



UNIVERSITAT<sub>DE</sub>  
BARCELONA

## Algas en materia orgánica

M<sup>a</sup> de la Concepción Hernández Mariné



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

ALGAS EN MATERIA ORGANICA

Memoria que presenta M<sup>a</sup> de la Concepción Hernández Maríné  
para optar al grado de Doctor en Farmacia por la  
Universidad de Barcelona.

Director: Juan A. Seoane Camba

Barcelona, setiembre de 1978

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700083861

A mis padres.

Este trabajo ha sido realizado en el Departamento de Botánica de la Facultad de Farmacia, bajo la dirección del Catedrático Dr. Dn. Juan A. Seoane Camba, cuyo magisterio y ayuda que lo han hecho posible agradezco profundamente.

Debo también hacer constar mi agradecimiento al Dr. Pierre Bourrelly, Director del Museo de Criptogamia de Paris, por su desinteresada colaboración.

Al Dr. Dn. José Cardús Aguilar, Catedrático de Edafología de la Facultad de Farmacia, y el personal de su Departamento, por la amable resolución de problemas de su competencia.

Al Dr. Dn. Miguel Lasala Bayona, Investigador del CSIC por sus consejos prácticos.

Al Dr. Dn. José Navarro Solé, mi marido, que tan estrecha y activamente ha colaborado en la presentación de los resultados.

Al Dr. Dn. Manuel Serrano Garcia, Catedrático de Fisiología Vegetal de la Facultad de Farmacia, y a sus colaboradores por las observaciones realizadas y las facilidades que nos concedió en la utilización del material.

Al Dr. Dn. Santiago Silvestre Domingo, por el impulso que dió a nuestra labor.

A mi hijo José, por la realización de gráficos.

A mis compañeros de Laboratorio, que con su estímulo y colaboración me han ayudado a llevar a término esta memoria. En especial a Angela Noguerol Seoane.

A todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a su realización.

A todos ellos mi reconocimiento.



## INDICE

Agradecimientos . . . . .	1
1 Presentación. . . . .	2
2 Introducción	
2.1 Introducción al estudio de las algas del suelo . .	4
2.2 Puntos de muestreo y características de su localización . . . . .	14
3 Metodología	
3.1 Recolección . . . . .	40
3.2 Medios de cultivo para algas . . . . .	42
3.3 Cultivos . . . . .	46
3.3.1 Aislamiento directo . . . . .	47
3.3.2 Cultivos directos de enriquecimiento en medio líquido . . . . .	47
3.3.3 Cultivos directos de enriquecimiento en medio sólido . . . . .	47
3.3.4 Cultivo directo en medio sólido usado solamente para contar número de algas . . . . .	48
3.3.5 Condiciones de cultivo . . . . .	48
3.3.6 Aislamiento de especies . . . . .	48
3.3.7 Resiembras . . . . .	48
3.3.8 Investigaciones cuantitativas . . . . .	49
3.3.9 Distribución en profundidad . . . . .	50
4 Resultados	
4.1 Sistemática y descripción de las especies . . . .	52
4.1.1 Cyanophyta . . . . .	54
4.1.2 Xanthophyta . . . . .	76
4.1.3 Bacillariophyta . . . . .	77
4.1.4 Chlorophyta . . . . .	87
4.2 Lista de algas halladas en cada una de las muestras	117
4.3 Investigaciones cualitativas . . . . .	137
4.3.1 Observación sobre el suelo humedecido . . .	138
4.3.2 Cultivos directos en medios sólidos . . . .	139
4.3.3 Cultivos directos en medios líquidos . . .	139
4.3.4 Cultivos unialgales . . . . .	140
4.4 Investigación cuantitativa . . . . .	141
4.5 Efecto estacional . . . . .	145

4.6	Distribución en profundidad . . . . .	147
4.7	Efecto estacional sobre la heterogeneidad específi ca y abundancia . . . . .	149
4.8	Relaciones de las algas con el pH y la MO . . . . .	151
4.9	Frecuencia de aparición . . . . .	159
4.9.1	Relación numérica de las algas encontradas.	162
4.10	Afinidades entre especies . . . . .	164
5	Resumen . . . . .	166
6	Conclusiones . . . . .	174
7	Apéndice: Análisis físico químicos de las muestras de suelo . . . . .	179
8	Bibliografía . . . . .	182

## 1

En 1973 presentamos como tesina de Licenciatura un estudio preliminar sobre las algas que se encuentran en el compost, abono orgánico procedente de la fermentación de basuras domésticas. En este trabajo, pudimos constatar la presencia de un número relativamente importante de especies de clorofíceas, algunas de las cuales eran incoloras. Nuestro descubrimiento nos sirvió de estímulo para continuar por este camino, extendiendo la investigación a los suelos ácidos de la región catalana con el fin de conocer la flora algal del referido sustrato.

Nuestro propósitos tenían como meta el estudio sistemático, como primer paso para el conocimiento de la distribución y funciones de las algas de los suelos de nuestro país; y continuar posteriormente con los estudios previos para la posible utilización de las algas del suelo, en el control de la fertilidad y toxicidad de los suelos.

Por otra parte, el estudio de las algas del suelo se está desarrollando intensamente en los últimos años especialmente en relación con la fertilización de los arrozales, pero en nuestro país no conocemos ningún trabajo publicado al respecto por lo que las dificultades inherentes a este estudio son grandes.

El número de especies encontradas es relativamente elevado, su sistemática es difícil y complicada por lo dicho anteriormente, y es por eso por lo que la orientación de esta memoria es fundamentalmente taxonómica y ecológica.

## 2 INTRODUCCION

2.1 Entre los organismos que viven en el suelo se encuentran algas microscópicas, que son en su mayoría autótrofas para el carbono y, en algunos casos, para el nitrógeno. Constituyen las únicas comunidades microbianas capaces de vivir absorbiendo energía de la luz solar.

Puede tomarse como punto de partida del estudio de las algas del suelo el trabajo de P. Graebner (1895) en que el autor adopta por primera vez el método de cultivos de enriquecimiento y da una visión florístico-ecológica de estos organismos en los eriales del norte de Alemania.

Posteriormente, muchos autores se han interesado tanto en su presencia y taxonomía como en su efecto sobre el medio y en su posible aprovechamiento.

Se encuentran algas en todo tipo de suelos en los que se han buscado explícitamente, desde las selvas tropicales (Jhonson 1962) a Groenlandia (Petersen 1935; Akiyama 1967, 1970, 1973); en terrenos volcánicos acabados de formar (Henriksson, 1972) en dunas marinas y en lugares degradados por la acción humana (Kol y col. 1934; Bamforth, 1969).

Las temperaturas que se apartan poco de la media, en una determinada región, no parecen afectarles y son capaces de vivir en zonas alpinas (Roizin, 1960 y Flint y Stout, 1960; Trenkwalder, 1975); no obstante ser capaces de resistir bajas temperaturas, disminuye su abundancia en el período invernal en los climas cálidos. Son capaces de soportar hasta 74 °C en los takyrs (Sdobnikova, 1958; Durell, 1962) y en las zonas desérticas, en donde se encuentra una gran diversidad y abundancia (Friedman, 1971; Halperin y 1968, 1969). Las condiciones de sequedad y altas temperaturas no son separables en la naturaleza, excepto en los géiseres, en donde también hay proliferación de algas azules (Brock, 1973).

Se encuentran sometidas a la luz directa cuando se hallan en forma de costras sobre suelos desérticos, pero parecen preferir algún refugio, como piedras traslúcidas (Friedman, 1971) o las zonas subyacentes del suelo, en donde todos los cómputos han dado mayores cantidades que en la superficie, aunque depende de la existencia de cober tura vegetal.

La mayor parte de las algas edáficas crecen mejor en suelos húmedos, pero se encuentra mayor diversidad en lugares secos, en los que posiblemente disminuye la competencia con hongos, actinomicetes y bacterias.

Ya Chodat observó en 1925 que difieren de las algas que se encuentran en lagos y estanques, pues las que crecen bien en uno de los medios están pobremente representadas en el otro. También Vischer (1945) indica que crecen mal en el agua, pero cuando se las sumerge son menos sensibles que las algas aéreas al encharcamiento, aunque la inundación de los suelos les es desfavorable (Tchan y Whيتهause, 1953) y varían las poblaciones, que son sustituidas por algas acuáticas de estanques efímeros.

Akiyama (1973) presenta curvas de correlación entre biomasa algal y contenido de agua del suelo, en las que lo único aparente es que no hay ninguna relación entre ambos datos.

Las algas que se encuentran en los suelos presentan adaptaciones a la sequedad, que les permiten superar períodos desfavorables e incluso continuar su crecimiento con una humedad ambiental. Están protegidas por vainas mucilaginosas cuyo principal componente es la hemicelulosa que, por tener una baja tensión de vapor de agua les permite conservar la humedad y crecer activamente en ausencia de agua líquida (Ocampo-Paus y Friedman 1966; Bristol, 1927). El contenido protoplasmático, que es principalmente proteico durante la fase de crecimiento exponencial, es capaz de cargarse de grasas e hidratos de carbono y retraerse. Diversos parámetros del medio ambiente influyen en la supervivencia de las algas durante los períodos de sequía, en equilibrio con la humedad atmosférica (Fuchtbauer, 1957). Los organismos que crecen en agua y suelo son más capaces de resistir a la desecación que los que crecen en medios definidos, y los de cultivos viejos mejor que los de cultivos jóvenes. El secado lento parece aumentar la supervivencia, y además, cuando están secas, resisten mejor las temperaturas extremas (Hostetter y col. 1970).

La resistencia a la sequedad, a las altas temperaturas y a las altas concentraciones salinas, son caracteres que van a la par y pueden ser debidos a la presión osmótica elevada del interior de las células (Stocker, 1956).

El crecimiento en desiertos ha sido citado por otros autores (Fletcher y Martin 1948; Vogel, 1955; Shields y col. 1957; Halperin 1968), y también la existencia de formas de resistencia, como acinetos y esporas.

Muchas especies tienen capacidad para perdurar durante períodos prolongados de sequía de 20 a 80 años.

Algunos especímenes aislados de materiales de herbario, han reemprendido el crecimiento después de 100 años (Bristol 1919; Lipman 1941; Becquerel 1942; Cameron y Blank 1966; Fogg 1969; Parker y col. 1961).

De todas maneras, los datos de presencia y crecimiento de algas en carencia total de agua o en medios inundados, son contradictorios y dependen de las condiciones en que han sido observadas y aún de errores de diagnóstico en la identificación.

Aunque en algunos habitats se puede distinguir a simple vista el crecimiento de algas, es muy distinto medir cuantitativamente su abundancia. Los procedimientos usados para averiguar el número de algas y la biomasa algal en un determinado suelo, son fundamentalmente tres.

Uno es la observación directa, algunas veces con microscopio de fluorescencia.

Otro sistema son los cultivos obtenidos mediante técnicas de dilución y siembras, con posterior determinación, que presentan la ventaja de poder observar los distintos grupos de algas y el inconveniente de no establecerse diferencias entre algas metabólicamente activas y aquellas que están en forma quiescente.

Por último, la valoración espectrofotométrica de los pigmentos, extraídos con acetona o metanol que pueden estar enmascarados por los ácidos húmicos y productos de degradación de la clorofila; es una medida aproximada de la biomasa total, pero no da idea de los grupos que se encuentran en el medio, excepto cuando se buscan pigmentos específicos (Singh 1961).

Entre los autores que han tratado estos temas de manera bastante paralela se encuentran : Tchan (1953), Petersen (1935), Bristol Roach (1927), Martin (1940), Shtina (1954, 1956, 1959, 1960), Celecia y Morris (1966) y Parkinson y col. (1972).



Estos maestros dan cifras muy distintas que pueden ser debidas a las variaciones estacionales, a los distintos métodos empleados, a la localización geográfica y tipo de suelo y a la cobertura vegetal.

Las cifras del número de algas varían en amplios márgenes. Como mínimo tenemos 500 células algales por gramo de tierra (Shtina 1959) en podsoles y terrenos pantanosos y 1000 en bosques (Petersen 1935). Las cifras máximas citadas lo han sido también por Petersen (1935) con 3.000.000 en tierra de jardín y 800.000 por Tchan (1953) y Martin (1940). El valor medio se encuentra entre las 20.000 y 500.000 algas, suma de todos los grupos algales que se encuentran por gramo de suelo.

Los autores rusos, que son los que más han estudiado los efectos que pueden tener las algas en sus habitats, dan cifras de biomasa algal tan elevadas como 546 kilogramos por hectárea (Shtina, 1960) y dicen que se ha subestimado su importancia como formadores de materia orgánica.

No hay diferencia clara entre la biomasa de los suelos no cultivados y la de los cultivados, dependiendo su abundancia de la naturaleza del suelo y de los factores físicos. En cambio, la diversidad es mayor en suelos no cultivados, como prados, en los que tiene lugar una estimulación de crecimiento en la zona próxima a las raíces; y sub-suelos expuestos y lugares áridos, en los que las algas cubren las zonas desnudas y se propagan rápida e intensivamente durante los períodos en que la humedad y la temperatura les son favorables.

La cantidad de especies es menor en la flora algal de bosques (Johnson, 1973), en los que se encuentran las algas en las capas superficiales del suelo.

Respecto a los grupos, las cianofíceas dominan en los lugares áridos, alcalinos y contaminados. Las xantofíceas son más abundantes en los bosques vírgenes (Moskvich, 1973).

La presencia de clorofíceas, que son cosmopolitas en su mayoría, depende de otros factores, tales como el pH y la humedad.

El pH, por la facultad de medida y por afectar directa o indirectamente la distribución de las algas terrestres, ha sido uno de

los factores del medio más estudiados (Gollerbach, 1936; John, 1942; Lund, 1945, 1946, 1947; Zauer, 1956; Sthina, 1959; Brock, 1973). La mayor diversidad de especies se encuentra en pH no muy ácidos ni muy alcalinos, entre valores de 5,5 y 8,5 y la mayor abundancia a pH 7 (Halperin, 1968).

Las cianofíceas prefieren las condiciones alcalinas o neutras, lo que explica su abundancia en las tierras "Usar" de la India (Singh, 1950), los "Takyr" (Sdobnikova, 1958) y los arrozales (Pandey 1965; Venkataraman, 1975). También puede ser una de las razones de la abundancia de algas azules en los terrenos áridos, que son alcalinos en casi todo el mundo.

A pH por debajo de 6,5 empiezan a desaparecer las cianofíceas (Stewart, 1969; Singh, 1974), permaneciendo sólo especies de amplia tolerancia también a otros factores, tales como la salinidad y aridez, y desapareciendo totalmente a pH 5 e inferiores (Fogg, 1956; Brock, 1973; Stewart, 1973; Singh, 1974).

Las algas verdes, con muchas especies cosmopolitas, proliferan mejor en hábitats ácidos, en los que al aumentar el pH, disminuye la fotosíntesis relativa, que es máxima entre 5,5 y 6,5 (Akiyama, 1973).

El pH está relacionado con el contenido en carbonatos del medio y no se sabe la influencia que pueden tener sobre la flora del suelo, por separado el pH y los carbonatos, diferenciándose los de cationes monovalentes y divalentes (Miller y Fogg, 1957).

Otros factores pueden estar también implicados en el crecimiento de las algas a un determinado pH, como la disponibilidad de hierro o de molibdeno (Fogg y col., 1973).

Para el cultivo de las algas en el laboratorio se utilizan generalmente lámparas o tubos fluorescentes porque son más eficaces para el crecimiento que la luz natural. Para mejorar la iluminación de suspensiones algales o cultivos en masa, se usan focos de luz procedentes de varias direcciones. En la cámara de cultivo, la iluminación directa parece favorecer a las clorofíceas y disminuye el crecimiento de los hongos, mientras que las cianofíceas crecen mejor con luz difusa y soportan menor iluminación que en condiciones naturales.

Para los cultivos en el laboratorio, el pH suele ajustarse en la zona de neutralidad. Está ligado a la fuente de nitrógeno. Si se usa nitrato, el pH tenderá a la basicidad, al ser éste fijado por las algas, lo que dará una proliferación tardía de cianofíceas, si habían estado limitadas por la acidez del medio. El uso de sales de amonio da lugar a medios básicos, y al consumirse, desciende el pH.

Los medios de cultivo usados para el crecimiento de las algas son en su mayor parte empíricos y basados en la semejanza de éstas con las plantas superiores. En general, los elementos a tener en cuenta son: pH, concentración de macronutrientes, fuentes de nitrógeno, micronutrientes, factores de crecimiento o sustancias orgánicas para enriquecimiento y estabilizadores.

Existen fórmulas muy diversas empleadas como medios de cultivo. Para algunas clases de algas se han determinado los requerimientos nutritivos y se han hecho estudios de los elementos necesarios y en qué cantidad son favorables (Chu, 1942; Gerloff y col., 1950; Allen y col., 1955, 1968; Stein, 1966; Zarnowski, 1972).

Muy a menudo, se modifican medios ya probados para ajustarse a las necesidades de una nueva alga investigada, pero en muchos otros casos, se carece de datos suficientes y esta puede ser una de las razones de los fallos en los cultivos, sobre todo de las diatomeas y xantofíceas.

Los elementos macronutrientes comunmente usados son: N, P, S, K, Na, Mg y Ca, además de C, H y O. El carbono, que junto con el nitrógeno y el fósforo son los elementos mayoritarios, proviene del del anhídrido carbónico atmosférico fijado en la fotosíntesis. Para aumentar las tasas de crecimiento, sobre todo en cultivos en los que interesa aumento de la biomasa, se enriquece el aire en  $\text{CO}_2$  y se hace burbujear la mezcla a través del cultivo.

Las concentraciones totales de  $\text{CO}_2$  en el aire van del 0,5 al 5 % (Allison y col., 1937; Kratz y Myers, 1955).

El nitrógeno puede ser añadido como nitrato, quizás la fuente más favorable, nitrito, nitrógeno amoniacal o urea, e incluso nitrógeno elemental, si el alga es capaz de fijarlo (Allen y Arnon, 1955).

El fósforo se añade en forma de fosfato monobásico o dibá-

sico como nutriente y sirve también para tamponar el medio alrededor del pH 7.5.

Se añaden además, por haber sido probada su necesidad en casos particulares, o sea como precaución de rutina, Fe, Mg, Zn, Na, Mb, Cu, Co y Vn que en algunos casos son necesarios y limitantes en otros.

Para facilitar la estabilidad de los diversos elementos en la disolución se usan agentes quelantes, los cuales forman complejos reversibles y tamponan con efectividad la mayoría de los cationes esenciales. Se usa comunmente un citrato y el ácido etilen diamino tetracético, que tiene la ventaja de ser metabólicamente inerte para la mayoría de los organismos (Zarnowski, 1972).

Para paliar la falta de elementos desconocidos o para el enriquecimiento de medios se usan también extractos de suelo y turba, biotina, tiamina y vitamina B<sub>12</sub>.

Algunas especies algales pueden crecer solamente en presencia de la luz (Fogg, 1953; Parker y col., 1961; Gaumann y Jaag, 1950; Parker, 1961), mientras que otros pueden presentar niveles variables de heterotrofismo e incluso desaparición total de la función clorofílica, en algunas especies incoloras.

La energía liberada en la oxidación de una parte del substrato se utiliza para convertir el resto en material celular. Los diversos grupos taxonómicos efectúan el proceso con mecanismos y eficiencias distintos (Pringsheim, 1963; Wiessner, 1969; Faust y Orcutt, 1974; Khoja y Whitton, 1971).

La observación de la capacidad heterotrófica de un alga se realiza colocándola en la oscuridad en presencia de materia orgánica o con inhibidores metabólicos de la fotosíntesis (Doemel y Broock, 1974) por lo que deben usar el substrato orgánico para su supervivencia.

Los substratos más utilizados para el ensayo de la capacidad heterotrófica son las hexosas y sus derivados, sales del ácido acético y amino ácidos (Barker, 1936; Cramer y Myers, 1949; Taylor, 1950; Willson y Forest, 1957; Fay y Fogg, 1962; Orcutt, 1974). Durante el crecimiento heterotrófico pueden continuar siendo sintetizados los

pigmentos clorofílicos, carotenoides y ficocianina, pero no ficoeritrina (Kiyhoaray y col. 1960, 1962).

La asimilación de un substrato orgánico en condiciones de luz limitada incrementa el nivel de crecimiento relativo, aunque en situaciones de saturación luminosa no hayan niveles de crecimiento superiores a los que tienen lugar con  $\text{CO}_2$  (Fogg, 1953). En oscuridad total, la división celular es mucho más lenta, equivale a unas cuatro divisiones celulares por año (Lund, 1971) o a la producción de 1 ó 2 autoesporangios.

En presencia de la luz, para las algas estudiadas, este crecimiento tiene lugar en una semana, por lo que la producción de biomasa en la oscuridad es muy pequeña.

Hay experiencia de que los procesos anteriores, llevados a cabo en el laboratorio también tienen lugar en la Naturaleza, en lugares con materia orgánica disponible para las algas (Parker, 1961; Parker y Bold, 1961). En la rizosfera hay interacción entre las algas y las raíces de las plantas (Shtina, 1960) variando parcialmente a la nutrición heterotrofa a costa de la excreción de las raíces, de las que también aprovechan el  $\text{CO}_2$  procedente de la respiración.

La heterotrofia secundaria puede tener importancia ecológica (Parker y Bold, 1961; Parker, 1961) pues explicaría su supervivencia durante largos periodos, en parte debido a este mecanismo y también a costa de las reservas. Incluso puede explicar la abundancia de algas en zonas a las que no llega la luz aprovechando la M.O y estableciendo interrelaciones complejas con otros organismos (Gavri-la, 1972).

Entre las algas presentes en el suelo hay un grupo capaz de fijar nitrógeno para incorporarlo a su protoplasma y cederlo posteriormente al suelo, siendo ya aprovechable por las plantas superiores, con lo que aumenta la fertilidad del suelo. La mayoría pertenecen a la división cianofita, órdenes Nostocales y Stigonematales. En su mayor parte son filamentosas y contienen heterocistes.

Se encuentran frecuentemente en hábitats húmedos, ligeramente alcalinos; también en otros tipos de suelos, preferentemente en los que tienen escasez de nitrógeno combinado, en lugares áridos

despoblados, o formando capas o costras discontinuas que se hinchan y reproducen activamente en condiciones favorables (Shields y Durrell, 1964; Johnson, 1970; Halperin 1976; Friedman 1971). A veces no son visibles, pero se encuentran en los cultivos (Shields y Durrell, 1964; Pandey, 1965; Cameron y Blank, 1966).

Los contenidos de nitrógeno en las capas algales respecto al suelo subyacente varían mucho según las zonas estudiadas y los autores, desde 400 veces más (Fletcher y Martin, 1948, citado por Stewart, 1970) a 3 ó 4 veces (Halperin, 1976).

La fijación de  $N_2$  aumenta con la humedad y la luz por existir una correlación directa entre tasas de crecimiento y fijación, posiblemente debido a que los metabolitos de la actividad nitrificante se derivan de la fotosíntesis y de la respiración (Stewart, 1970), la presencia de fósforo, molibdeno y calcio son favorables. El pH óptimo para el mayor rendimiento de la fijación depende de la disponibilidad de Fe y de las relaciones iónicas entre las sales, situándose en la zona alcalina.

Por debajo de 6 no se ha probado la fijación de nitrógeno, siendo también condiciones desfavorables la presencia de nitrógeno en forma de sales y de materia orgánica.

La flora algal en las distintas partes del mundo es muy parecida, siendo más escasa en los lugares en que se realizan abonados con nitrógeno (De, 1939; Singh, 1942, 1961; Mitra, 1951; Okuda y Yamaguchi, 1952; Bunt, 1961; Pandey, 1965; Materassi y Balloni, 1965).

Tchan (1956, 1959, 1963) usa algas verdes, que ya se hallan presentes naturalmente en los suelos, como organismos indicadores de la fertilidad, debido a su semejanza fisiológica con las plantas superiores.

Se utilizan también algas verdes para ensayos de absorción y toxicidad de herbicidas (Wright, 1972; Arvik y col., 1971, 1973; Helling y col., 1971).

También se han ensayado como antifúngicas en la protección de raíces y semillas (Engle y Mac Murtrey, en Lewin, 1962; Halperin, 1977).

En la Naturaleza, las algas del suelo colonizan nuevos hábitats, como los acabados de formar volcánicamente (Treub, 1888 en Lund,

1971; Schwabe, 1970; Henrikson y col., 1972; Ali, 1972) o esterilizados (Stewart, 1960). Contribuyen al aumento de materia orgánica y nitrógeno, permitiendo el asentamiento de otros organismos (Shtina, 1960; Fuller y col., 1960; Cameron, 1960, 1964) y consolidan los agregados del suelo (Petersen, 1935; Shields y col., 1957, 1964; Halperin, 1969; Johnson, 1973), evitando la erosión y favoreciendo la retención de agua, principalmente en los lugares en que las plantas superiores están dispersas o no existen.

En ecosistemas naturales, se presentan como colonizadoras, en suelos con baja materia orgánica, no siendo particularmente abundantes las especies fijadoras de N (Schwabe, 1970).

## 2.2 PUNTOS DE MUESTREO Y CARACTERISTICAS DE SU LOCALIZACION



Todos los suelos muestreados, excepto tres se encuentran en la zona litoral catalana comprendida entre los ríos Llobregat y Tordera, que comprende parte de las comarcas del Barcelonés, Maresme y Vallés.

De la zona llamada del Maresme, que es una extensa plataforma costera alargada, situada entre la cordillera litoral catalana y el mar, hemos tomado las muestras numeradas 1, 9 y 10.

Las muestras números 2 y 3 proceden de una elevación transversal a la cordillera litoral, que transcurre de N W a S.

Las muestras números 7 y 8 las hemos obtenido en la zona montañosa de transición entre las comarcas del Maresme y del Vallés.

Todos los suelos de la comarca del Maresme están formados por material granítico disgregado y son poco evolucionados, dependiendo el grado de su descomposición mineralógica, de la topografía del terreno y de las condiciones climáticas que lo afecten.

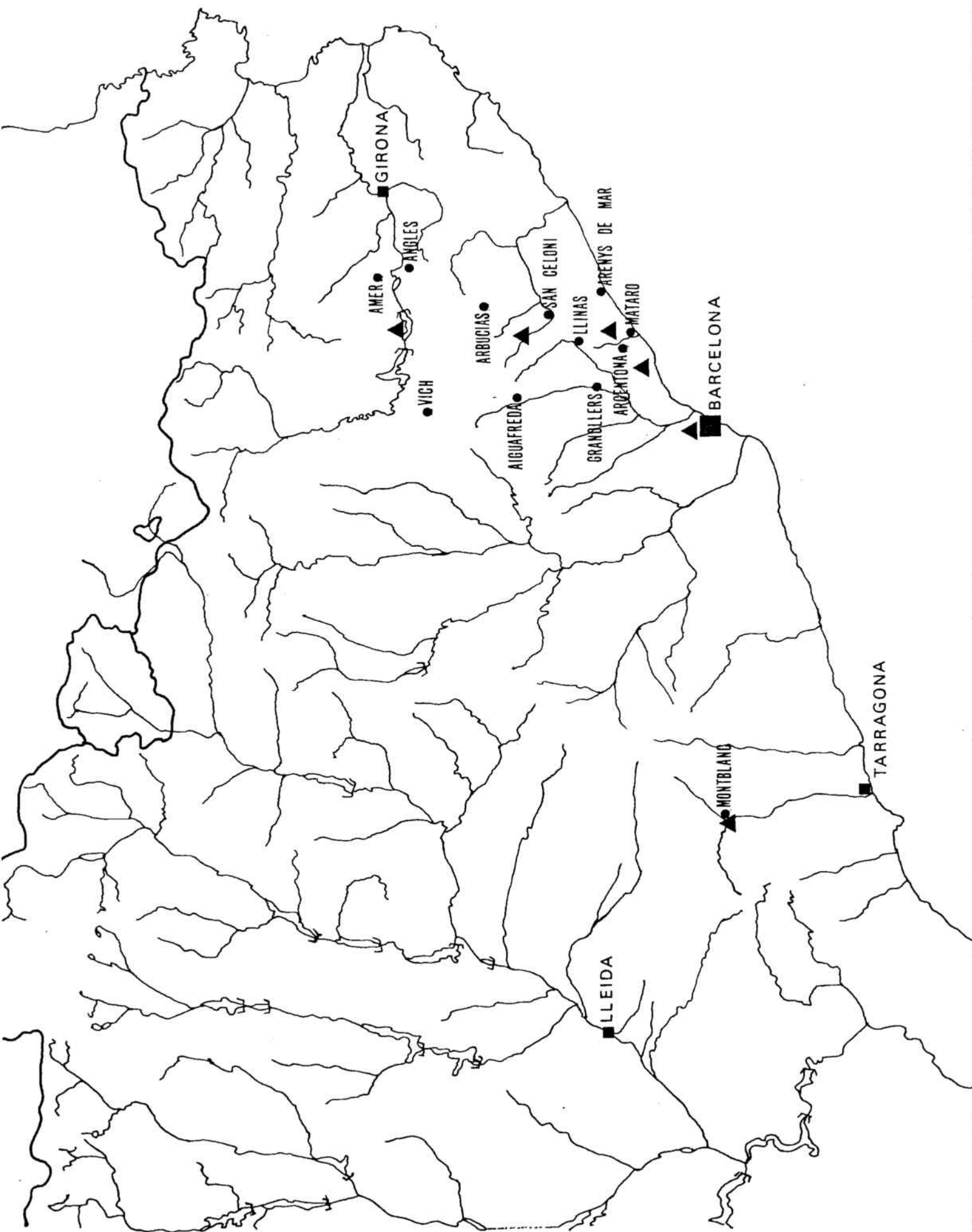
La profundidad que puede alcanzar el "sauló", que es el nombre de la arenisca, en función de su situación topográfica, es extremadamente variable. Es nula en las fuertes pendientes sin vegetación o de varios metros en las depresiones y fondos del valle, siendo mayor en la vertiente S E que en la N E.

Las muestras números 11, 12 y 13 proceden del Montseny, que forma parte de la cadena montañosa situada al Norte de la comarca del Vallés.

Las muestras números 14 y 15, las obtuvimos en las estribaciones del Montseny cercanas a Palautordera.

En la planta trituradora de basuras ubicada en Polinyá, también en la comarca del Vallés, recogimos 35 porciones, en diversas épocas del año.

Las muestras números 19 a 31, provienen de la sierra de Collcerola, que separa las comarcas del Vallés y el Barcelonés.



## MUESTRA n°1

- Fecha de recogida: 16 - X - 1976
- Situación: Mataró. Bosque del municipio.
- Coordenadas: 41° 33' 24" y 6° 07' 52".
- Altura: 140 m.
- Exposición: w.
- Posición fisiogeográfica: Planicie.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: de 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 0,93 %.
- pH en agua: 7,35.
- pH en Cl K: 6,10.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climático: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl, (1915) 1936 -Subas. Arbutetosum (Br.-Bl, 1936) A et O. Bolos 1950
- Vegetación real: La misma, empobrecida.

## MUESTRA nº 2

- Fecha de recogida: 16 - XII - 1976.
- Situación: Camino de Cabrils a Orrius, que pasa por el Coll de Gironella, en la vertiente SE del Maresme.
- Coordenadas: 41° 32' 10" y 6° 03' 20".
- Altura: 300 m.
- Exposición: s. SE.
- Posición fisiogeográfica: Terraza en terreno colinado.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional.
- Clima: Mediterráneo meridional.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 2,88 %.
- pH en agua: 6,6.
- pH en Cl K: 5,2.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.- Bl, (1915) 1936 - Subas. suberretorum Br.- Bl. 1936.
- Vegetación real: Matorral degradado de Cisto-Sarathamnetum catalaunici (A. y O. Bolós, 1950) Bolós, 1956. Subas. rosmarinetosum. O. de Bolós (1956) 1962.

## MUESTRA nº 3

- Fecha de recogida: 16 - XII - 1976.
- Situación: Orrius, a 2 km de esta localidad. Vertiente del Vallés NW.
- Coordenadas: 41° 32' 53" y 6° 01' 46".
- Altura: 360 m.
- Exposición: N E.
- Posición fisiogeográfica: Colinado.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda poco desarrollada.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 2,23%.
- pH en agua: 5,8.
- pH en Cl K: 4,6.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl. (1915) 1936.
- Vegetación real: Matorral degradado por acción zooantropogena que se sitúa en la Alianza Cistion mediterraneum Br.-Bl. (1932) 1952, probablemente ha de integrarse en la asociación Cisto-Sarathamnetum catalaunici (A. et O. Bolós 1950). O. de Bolós 1950.

## MUESTRA n° 4

- Fecha de recogida: 16 - XII- 1976.
- Situación: Camino de Canyamars a Valgorguina, aproximadamente a 4 km de Canyamars. Vertiente del Vallés.
- Coordenadas: 41° 36' 15" y 6° 09' 30".
- Altura: 310 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Fondo del valle.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda eutrófica.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 1,17 %.
- pH en agua: 6,55.
- pH en Cl K: 5,25.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl (1915) 1936. Subas. cerrioidetosum A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma asociación, alterada por el hombre.

## MUESTRA n° 5

- Fecha de recogida: 16 - XII - 1976.
- Situación: Camino de Canyamars a Vallgorguina, aproximadamente a 4 km de Canyamars. Separado 20 m de la muestra n° 4.
- Coordenadas: 41° 36' 15" y 6° 09' 30".
- Altura: 305 m.
- Exposición: N.W.
- Posición fisiogeográfica: Fondo del valle.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda eutrófica.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 1,72 %.
- pH en agua: 6,7.
- pH en Cl K: 5,4.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl (1915) 1936. Subas. cerrioidetosum A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma asociación, alterada por el hombre.

## MUESTRA n° 6

- Fecha de recogida: 16 - XII - 1976.
- Situación: Camino de Canyamars a Vallgorguina, aproximadamente a 4 km de Canyamars. Vertiente del Vallés. A 20 m de la muestra n°5.
- Coordenadas: 41° 36' 15" y 6° 09' 30".
- Altura: 300 m.
- Exposición: N.W.
- Posición fisiogeográfica: Fondo del valle.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda eutrófica.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 1,78 %.
- pH en agua: 6.
- pH en Cl K: 5,1.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl. (1915) 1936. Subas. Cerrioidetosum A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma asociación, alterada por el hombre.



## MUESTRA n° 7

- Fecha de recogida: 16 - XII - 1976
- Situación: Collado de Parpers a 100 m de la carretera de La Roca a Mataró. Vertiente del Vallés N W.
- Coordenadas: 41° 34' 55" y 6° 03' 10"
- Altura: 310 m.
- Exposición: s.
- Posición fisiogeográfica: Planicie.
- Material originario: Granito muy ácido.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 10,70 %.
- pH en agua: 6,3.
- pH en Cl K: 5,6.
- Textura: Limo arenosa.
- Dominio climático: Encinar mediterráneo costero. Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl. (1915) 1936. Subas. suberetosum Br.-Bl, 1936
- Vegetación real: Matorral degradado por acción zooantropógena que se sitúa en la Alianza Cistion medimediterraneum Br.-Bl. (1932) 1952 probablemente ha de integrarse en la asociación Cisto- Sarathamnetum catalaunici (A. y O. de Bolós 1950). O. de Bolós, 1956.

## MUESTRA n° 8

- Fecha de recogida: 6 - v - 1977.
- Situación: Santuario del Corredor. Camino hacia el Santuario, vertiente del Vallés, aproximadamente a 50 m del mismo.
- Coordenadas: 41° 37' 35" y 6° 10'.
- Altura: 630 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Cima de colina.
- Material originario: Granito engadiniticio, muy ácido debido a la escasez de bases de cambio en la roca madre.
- Tipo de suelo: Tierra parda eutrófica.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: 700 a 800 mm anuales.
- Materia orgánica total: 3,05 %.
- pH en agua: 5,5.
- pH en Cl K: 5,2.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.- Bl. (1915) 1936. Subas. cerrioidetosum A.y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma asociación, alterada por el hombre.

## MUESTRA nº 9

- Fecha de recogida: 12 - VII - 1977.
- Situación: Burriach (Montaña de...). Vertiente de Argentona.
- Coordenadas: 41° 32' 19" y 6° 04' 23".
- Altura: 370 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Ladera de montaña.
- Material originario: Granito muy ácido.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 3,08 %.
- pH en agua: 5,4.
- pH en Cl K: 4,5.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl. (1915) 1936. Subas. cerrioidetosum A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma asociación, degradada por el hombre.

## MUESTRA n° 10

- Fecha de recogida: 3 - IX - 1977.
- Situación: Cabrera de Mar a 150 m del cementerio. Dirección N W.
- Coordenadas: 41° 32' 19" y 6° 05'.
- Altura: 240 m.
- Exposición: s w.
- Posición fisiogeográfica: Ladera de colina.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 0,98 %.
- pH en agua: 7,6.
- pH en Cl K: 6,7.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.- Bl  
(1915) 1936. Subas. arbutetosum (Br.- Bl. 1936) A. et O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: Cisto- Sarathamnetum catalaunici (A. y O. de Bolós 1950) O. de Bolós 1956. Subas. rosmarinetosum O. de Bolós (1956) 1962.

## MUESTRA n° 11

- Fecha de recogida: 9 - VI- 1976.
- Situación: Sobre Santa Fé, camino del Turó de l'Home.
- Coordenadas: 41° 46' 40" y 6° 08' 30".
- Altura: 1250 m.
- Exposición: Norte.
- Posición fisiogeográfica: Ladera.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda centroeuropea oligótrofa.
- Clima: Mediterráneo de montaña alta.
- Pluviosidad: De 900 a 1100 mm anuales.
- Materia orgánica total: 13,74 %.
- pH en agua: 6,1.
- pH en Cl K: 5.
- Textura: Areno limosa.
- Dominio climácico: Luzulo- Fagetum (Susplugues) Br.-Bl. 1952.
- Vegetación real: La misma.

## MUESTRA n° 12

- Fecha de recogida: 9 - VI- 1976.
- Situación: Por encima de Santa F  del Montseny al pi  de les Agudes.
- Coordenadas: 41° 47' y 6° 08' 30".
- Altura: 1100 m.
- Exposición: Norte.
- Posición fisiogeográfica: Ladera.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda centroeuropea oligótrofa.
- Clima: Mediterráneo de alta montaña.
- Pluviosidad: De 900 a 1100 mm anuales.
- Materia orgánica total: 8,36 %.
- pH en agua: 5,4.
- pH en Cl K: 5.
- Textura: Areno limosa.
- Dominio climático: Alianza Luzulo- Fagetum.
- Vegetación real: As. Violo-Callunetum O. de Bolós, 1956.

## MUESTRA nº 13

- Fecha de recogida: 9 - VI - 1976.
- Situación: Repoblación forestal de abetos. Santa FÉ del Montseny.
- Coordenadas: 39° 47' 0" y 6° 09' 10".
- Altura: 1100 m.
- Exposición: N E.
- Posición fisiogeográfica: Ladera colinada.
- Material originario: Granito.
- Tipo de suelo: Tierra parda centroeuropea oligótrofa.
- Clima: Mediterráneo de alta montaña.
- Pluviosidad: De 900 a 1100 mm anuales.
- Materia orgánica total: 11,5 %.
- pH en agua: 4,9.
- pH en Cl K: 3,5.
- Textura: Areno limosa.
- Dominio climácico: Luzulo- Fagetum (Suspl.) Br.-Bl, 1952.
- Vegetación real: Repoblación forestal de abetos.

## MUESTRA nº 14

- Fecha de recogida: 2 - v - 1977.
- Situación: Carretera de Santa María de Palautordera a Seva, entre los km 13 y 14 en dirección al río Tordera.
- Coordenadas: 41° 45' 30" y 6° 04' 50".
- Altura: 410 m.
- Exposición: s w.
- Posición fisiogeográfica: Fondo de valle.
- Material originario: silíceo.
- Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.
- Clima: Mediterráneo de montaña media.
- Pluviosidad: De 700 a 800 mm anuales.
- Materia orgánica total: 1,39 %.
- pH en agua: 6,65.
- pH en Cl K: 5,70.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climático: Quercetum ilicis galloprovinciale. Sub. suberetosum. Br.-Bl, 1936.
- Vegetación real: Prado seco en claro del encinar.



## MUESTRA n° 15

- Fecha de recogida: 2 - v - 1977.
- Situación: Carretera de Santa María de Palautordera a Seva, km 10.  
Entre la carretera y el río Tordera.
- Coordenadas: 41° 44' 15" y 6° 05' 50".
- Altura: 320 m.
- Exposición: s w.
- Posición fisiogeográfica: Fondo de valle.
- Material originario: Silíceo (rocas holocristalinas ácidas).
- Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.
- Clima: Mediterráneo de montaña alta.
- Pluviosidad: De 700 a 800 mm anuales.
- Materia orgánica total: 2,17 %.
- pH en agua: 6,70.
- pH en Cl K: 5,65.
- Textura: Areno limosa.
- Dominio climático: Lithospermo- ulmetum carpinifoliae. O. Bolós, 1956.
- Vegetación real: Matorral de degradación en contacto con la orla del encinar. Comunidades de la Alianza Rubo- coriarietum.

## MUESTRA n° 16

- Fecha de recogida: 31 - X - 1975.
- Situación: Margen derecha del pantano de Susqueda. Sobre la presa.
- Coordenadas: 41° 58' 50" y 6° 12' 36".
- Altura: 370 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Ladera de montaña.
- Material originario: Roca silícea- cristalina.
- Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.
- Clima: Mediterráneo de montaña media.
- Pluviosidad: 975 mm anuales.
- Materia orgánica total: 8,7 %.
- pH en agua: 6,9.
- pH en Cl K: 6.
- Textura: Arcillo arenosa.
- Dominio climácico: Querceto- Teucrietum scorodoniae (Lapraz 1966).  
Subas. Coryletosum.
- Vegetación real: Bosque de castaños con escaso sotobosque de plantas mediterráneas subhúmedas.

## MUESTRA nº 17

- Fecha de recogida: 15 - XII - 1976.
- Situación: Bou Mort (Sierra del...). Barranco d'Inglada.
- Coordenadas: 42° 12' y 4° 50'
- Altura: 1700 m.
- Exposición: N. N E.
- Posición fisiogeográfica: Ladera umbría.
- Material originario: Caliza.
- Tipo de suelo: Tierra parda meridional eutrofa.
- Clima: Mediterráneo de montaña alta.
- Pluviosidad: De 800 a 900 mm anuales.
- Materia orgánica total: 4,98 %.
- pH en agua: 7,15.
- pH en Cl K: 6,3.
- Textura: Limosa.
- Dominio climácico: Buxo-Quercetum pubescentis Br.-Bl (1915)1932.  
Subas. festuco-pinetosum Molero et Vigo 1978.
- Vegetación real: La misma.

## MUESTRA nº18

- Fecha de recogida: 14 - III - 1977.
- Situación: Montblanc. Carretera de Montblanc a Prenafeta, a 1 m del río Francolí.
- Coordenadas: 41° 30' y 1° 15'
- Altura: 450 m.
- Exposición: N E.
- Posición fisiogeográfica: valle.
- Material originario: Materiales calizos.
- Tipo de suelo: Suelo pardo calizo sobre material no consolidado.
- Clima: Mediterráneo con influencia continental.
- Pluviosidad: De 600 a 700 mm anuales.
- Materia orgánica total: 2,36 %.
- pH en agua: 7,70.
- pH en Cl K: 7
- Textura: Areno limosa.
- Dominio climácico: Comunidades de la alianza quercion ilicis.
- Vegetación real: Bosque de ribera. Asociación Vinco-populetum albae (Bolós y Molinier 1958). Bolós, 1962.

## MUESTRA nº19

- Fecha de recogida: 9 - XI- 1976.
- Situación: Camino del Tibidabo a San Cugat del Vallés, desvío a la Ciudad de los Muchachos.
- Coordenadas: 41° 26' y 5° 48' 05".
- Altura: 290 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Ladera.
- Material originario: Pizarras.
- Tipo de suelo: Tierra parda poco desarrollada.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 8,20 %.
- pH en agua: 7,9.
- pH en Cl K: 7,2.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.- Bl (1915) 1936.- Subas. arbutetosum (Br.-Bl.1936) A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma, muy degradada.

## MUESTRA n° 20

- Fecha de recogida: 9 - XI - 1976.
- Situación: Camino del Tibidabo a San Cugat del Vallés, desvío a la Ciudad de los Muchachos. A 10 m de la muestra n° 19.
- Coordenadas: 41° 26' y 5° 48' 05".
- Altura: 290 m.
- Exposición: N W.
- Posición fisiogeográfica: Ladera.
- Material originario: Pizarras.
- Tipo de suelo: Tierra parda poco desarrollada.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 8,20 %.
- pH en agua: 6,6.
- pH en Cl K: 5,2.
- Textura: Arenosa.
- Dominio climácico: Quercetum ilicis galloprovinciale Br.-Bl (1915) 1936. Subas. arbutetosum (Br.-Bl.1936) A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma, más empobrecida.

## MUESTRAS n° 21 a 31 (ambos inclusive)

- Fechas de recogida: 6-XII-1975; 20-I-1976; 16-II-1976; 26-III-1976; 7-V-1976; 20-VII-1976; 16-X-1976; 16-XI-1976; 5-I-1977; 17-IV-1977 y 2-XI-1977.
- Situación: Serra de Collcerola, dentro de los terrenos pertenecientes al Observatorio Fabra.
- Coordenadas: 41° 25' 05" y 5° 48' 40".
- Altura: 415 m.
- Exposición: N E.
- Posición fisiogeográfica: Ladera.
- Material originario: Granito cubierto por una envoltura de pizarras paleozoicas.
- Tipo de suelo: Tierra parda húmeda.
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Pluviosidad: De 500 a 600 mm anuales.
- Materia orgánica total: 6,06 %.
- pH en agua: 6,65.
- pH en Cl K: 6,15.
- Textura: Franco arenosa.
- Dominio climático: Quercetum ilicis galloprovinciale. Br.-Bl. (1915) 1936. Subas. arbutetosum (Br.-Bl 1936) A. y O. de Bolós, 1950.
- Vegetación real: La misma, algo degradada.

## MUESTRAS nº32 a 66 (ambos inclusive)

- Fechas de recogida: mayo 1974; noviembre 1974; marzo 1975.
- Situación: Planta de compostaje Aborvasa; situada en Polinya del Vallés, a 7 km de Sabadell.
- Coordenadas: 45° 33' 43" y 5° 51' 20"
- Clima: Mediterráneo litoral.
- Agua: % del producto bruto, promedio 29,39.
- Materia orgánica total: (calcinación) 42,05 %.
- pH en agua: límite máximo : 8,30  
límite mínimo : 6,70  
promedio : 7,66



### 3 METODOLOGIA

### 3.1 METODOLOGIA DE LA RECOLECCION

(las muestras proceden de las localidades citadas en el 2.2

Antes de recoger las muestras limpiábamos la capa superficial del suelo, de hojas caídas, si las había. Se excavaba un pequeño pozo de borde recto, para poder tomar las muestras a profundidades crecientes, que marcábamos con una regla y punzones. A la zona que queda entre dos marcas la denominamos nivel.

Todo el material se había esterilizado previamente o se llameaba en el momento de su uso.

Al mismo tiempo que las muestras, recogíamos suficiente cantidad de tierra para realizar los análisis pertinentes.

Con el fin de llevar a cabo el estudio taxonómico, interesaba hallar la máxima diversidad posible. En un estudio previo (Seoane y Hernández, 1976) observamos que tal diversidad se encontraba entre los 2 y 10 cm de profundidad. A mayor profundidad no parecía ninguna especie distinta a las encontradas en las capas superiores del suelo y disminuía la abundancia, por lo que fue del nivel entre los 2 y 10 cm de donde se recogieron las muestras, excepto en los casos en que cogíamos muestras estratificadas desde la superficie al fondo del pozo.

Previamente a la recogida de la tierra raspábamos con una espátula la pared vertical del pozo, a la profundidad que se tenía que recoger la muestra, para evitar contaminación de partículas procedentes de otros estratos o niveles y del aire.

El suelo para realizar los cultivos se recogía con una cucharilla y se pasaba a placas Petri. Todas las muestras para realizar el estudio taxonómico las recogimos en tres lugares muy próximos, por duplicado. Cada una de ellas de aproximadamente 2 gramos.

Ninguno de los lugares en que se recogieron estaban cultivados, pero dada la historia agrícola de la zona, es posible que lo hubieran sido anteriormente y que al estar actualmente abandonados han desarrollado una clímax secundaria.

Antes de la recogida de muestras procedimos al estudio de las zonas y a la captación de datos geográficos, metereológicos y de vegetación.

## 3.2 MEDIOS DE CULTIVO PARA ALGAS

Para facilitar el crecimiento y la observación de las algas presentes en las muestras, se usaron los siguientes medios de cultivo:

\*\*\*\* Medio Chu n° 10 con fuente de hierro modificada (Gerloff, Fitzgerald y Skoog, 1950).

<u>Mezcla</u>	<u>Gramos por litro</u>
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .....	0,040
$\text{K}_2\text{HPO}_4$ .....	0,010
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .....	0,025
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ .....	0,020
$\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....	0,025
Citrato férrico .....	0,003
Acido cítrico .....	0,003

Este medio usado por Chu para algas verdes y diatomeas se ha revelado interesante para cultivos esporádicos y continuos de algas azules.

Lo hemos usado líquido y solidificado con agar en la proporción de 1,4 g por litro.

\*\*\*\* Medio de Bristol

#### Solución de Bristol modificada. (Bold, 1949)

Se utilizaron seis soluciones concentradas en 400 ml de agua destilada. Cada una de ellas contenía una de las siguientes sales, en las cantidades que se mencionan:

$\text{NaNO}_3$ .....	10,0 g
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .....	1,0 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .....	3,0 g
$\text{K}_2\text{HPO}_4$ .....	3,0 g

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  ..... 7,0 g  
 $\text{NaCl}$  ..... 1,0 g

A 936 ml de agua destilada se le añadian 10 ml de cada solución concentrada y luego fue añadido 1,0 ml de cada una de las cuatro soluciones de elementos químicos concentrados por litro de solución macronutriente.

Los micronutrientes utilizados fueron los siguientes:

- (1) - ADTA solución concentrada: 50 g EDTA más 31 g KOH por litro
- (2) - Fe solución concentrada: 4,98 g de  $\text{FeSO}_4$  por litro de  $\text{H}_2\text{O}$  acidulado. (Hacer  $\text{H}_2\text{O}$  acidulada añadiéndole 1,0 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado a 999 ml de agua destilada).
- (3) - Boro solución concentrada: 11,42 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$  por litro.
- (4) -  $\text{H}_5$ -solución concentrada <sup>3</sup>:
- |  |        |
|--|--------|
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .....            | 8,82 g |
| $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .....            | 1,44 g |
| $\text{MoO}_3$ .....                                       | 0,71 g |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .....            | 1,57 g |
| $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ..... | 0,49 g |

-todo por litro de agua acidulada (acidulada descrita en el concentrado Fe)

En forma líquida a la concentración indicada o a diversas diluciones y solidificado con agar al 1,4 %.

\*\*\*\* Medio de Knop

#### Solución de Knop (Bold, 1942)

Parte A	Parte B
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ..... 4 g	$\text{KNO}_3$ ..... 1,0 g
Agua destilada ..... 500 ml	$\text{KH}_2\text{PO}_4$ ..... 1,0 g
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ..... 1,0 g
	Agua destilada ..... 500 ml

Las partes A y B fueron mezcladas inmediatamente antes de ser utilizadas. Los micronutrientes fueron añadidos en igual forma a como lo fueron en las otras soluciones.

Los dos primeros medios de cultivo se usaron para los cultivos en bruto y los aislamientos en forma líquida a concentración normal o con diluciones del 10, 20 ó 40 por ciento.

Los mismos medios se solidificaron con agar en polvo al 1,4 %. A los medios de cultivo, en el texto, les denominamos medio mineral básico.

### 3.3 CULTIVOS



El periodo de almacenaje de las muestras antes de su cultivo, debe ser lo más corto posible para evitar cambios en las propiedades del suelo y en la composición de la flora microalgal, por lo que sembramos, como máximo, 24 horas después de la recogida.

Mezclamos la tierra procedente de las tres tomas próximas, representativas del terreno escogido, a partes aproximadamente iguales, sin cribar ni tamizar. A esta muestra la denominamos: muestra compuesta.

### 3.3.1 AISLAMIENTO DIRECTO

Se observaban los granos de tierra, recién recogida, a la lupa binocular y se recogían con un asa los puntos verdes (si los había), pasándolos a placas de Petri con medio sólido o a erlenmeyers con medio líquido.

También entra dentro de este método el humedecer con agua o medio mineral básico la tierra, aproximadamente 2 g, colocada en el interior de una placa de Petri y al cabo de unos días pasar a la observación con la lupa binocular.

### 3.3.2 CULTIVOS DIRECTOS DE ENRIQUECIMIENTO EN MEDIO LIQUIDO

Usamos como inóculo partes alícuotas de aproximadamente 2 g de suelo de la mezcla compuesta, colocándolos en el interior de erlenmeyers de 250 c.c. con 150 c.c. de agua, medios minerales de Chu o de Bristol.

También utilizamos como inóculo agua o m. m. b. que había tenido en suspensión tierra de la muestra compuesta durante 24 horas, 2 g en 30 c.c. Pasado este periodo se agitaba el líquido que bañaba la muestra y se pasaba a erlenmeyers con el mismo medio mineral básico. En el caso de las suspensiones preparadas con agua, el medio líquido usado en el cultivo era Bristol diluído a la mitad.

### 3.3.3 CULTIVOS DIRECTOS DE ENRIQUECIMIENTO EN MEDIO SOLIDO

De manera similar a la explicada en el párrafo anterior, pasábamos el líquido que había tenido tierra en suspensión a placas de Petri con el mismo medio solidificado con agar.

### 3.3.4 CULTIVO DIRECTO EN MEDIO SOLIDO USADO SOLAMENTE PARA CONTAR NUMERO

#### DE ALGAS

Para saber el número de algas que se encontraban en el suelo, probamos el método microbiológico de diluciones seriadas, que no nos dió resultados fiables, por la dificultad de separar los gránulos de tierra en partes alícuotas. Para paliar esta dificultad, poníamos porciones de 0,5 ó 1 gramo de tierra en una placa de Petri estéril y le añadíamos 5 ml de agua mezclándolo. Vertíamos encima 45 cm<sup>3</sup> de medio mineral básico de Bristol con agar al 1,4 %, lo más frío posible, que manteníamos agitándolo, para que no se solidificara.

Hacíamos girar la placa para facilitar la dispersión de las partículas del suelo en el medio nutriente y lo poníamos a incubar durante 4 semanas.

### 3.3.5 CONDICIONES DE CULTIVO

Los erlenmeyers y las placas de Petri, ya inoculadas y marcadas, se colocaron en cámaras de cultivo para incubación a 20°C, usándose como fuente luminosa, para cada una de las cámaras, 12 tubos fluorescentes Sylvania Lifeline Cool White F 20 T 12 con fotoperiodo de 12 horas (la iluminación que llegaba a las placas era de 800 lx); y a la temperatura y humedad ambiente en el interior del laboratorio, delante de las ventanas orientadas al nordeste.

### 3.3.6 AISLAMIENTO DE ESPECIES

Para diferenciar los distintos grupos algales se tiene que recurrir muchas veces al estudio de los ciclos de vida, por lo que deben obtenerse las especies en cultivos unialgales.

### 3.3.7 AISLAMIENTO DE ESPECIES Y RESIEMBRAS

Cuando el crecimiento era visible en los medios líquidos, se recogía una porción del líquido en pipeta o asa de platino, pasándolo a placas de Petri con el medio sólido o a tubos de ensayo con agar inclinado para el aislamiento de las especies.

Si el crecimiento aparecía sobre la placa de Petri en el medio sólido se tomaba una parte de la colonia y se pasaba a otra placa de Petri con medio también sólido, con el asa de platino estriando la superficie. Cuando había crecimiento se resembraba en placa de Petri

o en tubos de agar inclinado.

En el caso en que se encontrara en los aislamientos alguna especie que se creyera que su ciclo tenía una fase móvil, se pasaba a medio líquido y/o agua destilada para la observación.

Los medios minerales básicos de Chu y Bristol se usaron para todos los cultivos en bruto, realizándose por duplicado con ambos medios todos los cultivos. El medio Knop solidificado sólo se usó para aislamientos y resiembras en los casos en que se creyó que podría ser favorable su utilización.

El medio Bristol se utilizó para los cultivos en bruto, aislamientos y resiembras y también en cultivos unialgales en que se usó para tener un medio de comparación con los cultivos de algas de la escuela de Bold que lo usan en sus estudios monográficos.

### 3.3.8 INVESTIGACIONES CUANTITATIVAS

Se tomaron cuatro series de muestras, correspondientes a las estaciones del año, en la zona de la muestra 10, que por tener textura arenosa, sin arcilla, permitía una fácil visibilidad de las colonias, por el procedimiento empleado.

Cada serie de muestras consistió en tres partes alícuotas, para cada una de las profundidades: 2, 10 y 30 cm, a que se hizo el ensayo.

Las colonias eran visibles en la masa de agar a partir de las dos semanas, pero el recuento se llevó a cabo a las cinco semanas para dar tiempo a que se desarrollaran el máximo número de ellas. Pasado este periodo las colonias tendían a contactar unas con otras y era imposible el recuento.

A las cinco semanas arrancábamos, bajo el binocular, aisladamente cada una de las colonias que habían crecido en la masa del agar con una espátula, contándolas. En la serie de setiembre de 1977 llevamos a cabo el estudio taxonómico a nivel de género por observación microscópica de las colonias separadas.

### 3.3.9 DISTRIBUCION EN PROFUNDIDAD

En el camino hacia el Santuario del Corredor, cerca de la muestra n° 8 y con las mismas características de entorno, se abrió un perfil del cual se tomaron muestras por triplicado, en los horizontes:

A		profundidad 0 a -4 cm
A + B	"	-2 a -20 cm
B	"	-20 a -40 cm
B	"	-40 a -50 cm

para investigar la incidencia que podría tener la estratificación sobre la heterogeneidad de la flora algal.

RESULTADO DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO TOMADAS PARA EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION EN PROFUNDIDAD

Horz	Prof	C/N	pH(H <sub>2</sub> O)	pH(CLK)	C %	MO %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	K <sub>2</sub> O ppm	CaO ppm	MgO ppm	Salin	CO <sub>3</sub> %	N ppm	Grava %	Textura
A <sub>0</sub>	0 -4	13,25	5,25	4,9	2,74	4,71	78	161	206	370	0,22	0,09	2078	9,6	arenosa
A + B	-4 -20	15,69	5,9	5,6	0,81	1,39	96	62	146	309	0,21	0,13	516	8,8	arenosa
B	-20-40	7,71	6,75	6,3	0,36	0,62	78	79	185	340	0,26	0,09	467	9,1	arenosa
B	-40-50	5,18	6,5	6	0,16	0,28	92	55	131	340	0,16	0,04	309	11,2	arenosa

## 4 RESULTADOS

### 4.1 SISTEMATICA Y DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

## 4.1.1 CYANOPHYTA

## FAM. CROOCOCCACEAE

*Mycrocystis pulverea* (WOOD) FORTI

In DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 92, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 143, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 96, 1959. PANDEY, Nova Hedwigia, 10: 179, Pl. 1, fig. 3, Pl. 10, fig. 4, 1965.

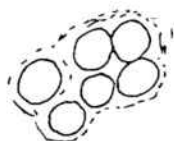


Fig. 1 *Mycrocystis pulverea* (WOOD) FORTI

Colonias redondas o elipsoidales o ambas mezcladas, con límite claro del mucílago colonial. Células esféricas o elipsoidales, muy juntas, de 2 a 3  $\mu$  de anchura (a veces de 3 a 7  $\mu$ ) azul verde o verde oliva, sin vacuolas de gas.

En nuestros ejemplares, las células son esféricas, de 4 a 6  $\mu$  de diámetro. Se encuentran en pequeños agregados irregulares, con es-  
caso número de componentes. Mucílago ausente en algunas colonias, en las demás hialino y difluente.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números:  
8, 14 y 15.

*Synechococcus lividus* COPEL.

Ann. N. Y. Acad. Sci. 36: 56, 1936. KOMAREK, Arch. Protistenk, Bd. 118: 142, fig. 79- 82, 1976.

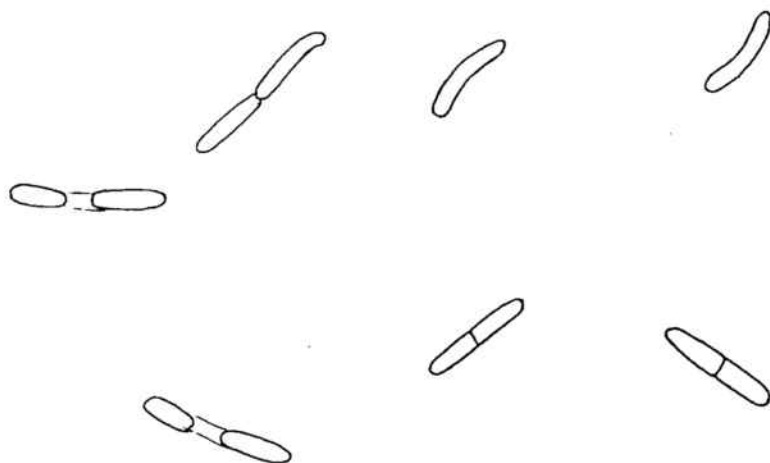


Fig. 2 *Synechococcus lividus* COPEL

Células cilíndricas rectas o algo curvadas, solitarias, agrupadas de dos en dos o en masas, nunca forman filamentos. Mucílago sólo visible con tinción. Contenido homogéneo azul verde pálido, sin gránulos.

De 5 a 15  $\mu$  de longitud por 1.2 a 2.2  $\mu$  de anchura.

Todas las citas de esta especie, variedades y especies afines (*S. vulcanus* COPEL. y *S. bosshardii* SKUJA) han sido halladas en aguas termales, y KOMAREK (1976) lo incluye entre los termófilos obligados, habiendo descrito CASTENHOLZ (1969) cuatro tipos ecológicos distintos de acuerdo con la temperatura a que se encuentran (58 °C, 62 °C, 67 °C, y 72 °C).

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 10, 12 y 24.



*Synechocystis aquatilis* SAUV.

Bull. Soc. bot. France 14, ses. extraord., 1892. FORTI in DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 26, 1907; GEITLER, Kryptogamenflora, 270, 1932. KOMAREK, Arch. Protistenk, Bd. 118: 131- 132, fig. 15- 20, 1976.



Fig. 3 *Synechocystis aquatilis* SAUV.

Células esféricas u algo ovaladas, solitarias o unidas de dos en dos después de la división, azul verde pálido, de 2 a 4  $\mu$  de diámetro. En colonias laxas (sobre agar) sin envoltura gelatinosa.

Esta especie se ha encontrado en la muestra número 12.

*Synechocystis* s p.

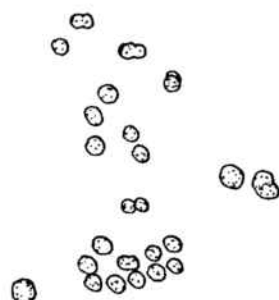


Fig.4 *Synechocystis* s p.

Células aisladas o en pequeños grupos planos, sin envoltura mucilaginosa visible. Contenido homogéneo glauco. Esféricas o semiesféricas después de la división, de 1 a 3  $\mu$  de diámetro.

Dadas las características observadas esta especie debe incluirse en el género *Synechocystis* SAUVAGEAU (1892).

Difiere de *S. minuscula* VORONICH. (1926), cuyas células tienen de 1.6 a 2.4  $\mu$  de diámetro, por su tamaño y por carecer de envoltura gelatinosa.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 7, 8, 18, 19, 21, 23, 24 y 29.

*Cyanothece* cf. *aeruginosa* (NAGELI) KOMAREK

NAG., Gatt. einaell. Alg.: 56, 1849 (n. v.). KOMAREK, Arch. Protistenk, Bd. 118: 150, fig. 119-125, 1976.

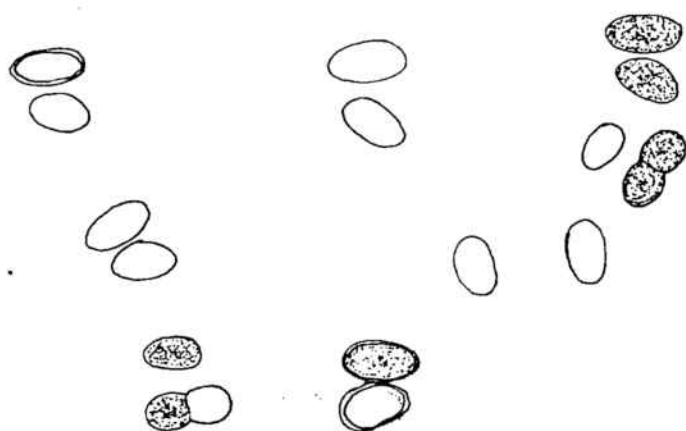


Fig.5 *Cyanothece* cf. *aeruginosa*  
(NAG.) KOMAREK

Células solitarias ova-  
les, elípticas o cilíndricas.  
Mucílago formando una estrechí-  
sima envoltura alrededor de  
cada célula. Reproducción por  
división en dos células semi-  
globulares idénticas, que adop-  
tan la forma oval antes de la  
siguiente división. Esta se  
produce siempre en el plano co-  
locado verticalmente al eje ma-  
yor de la célula.

De 9 a 12  $\mu$  de longitud por 4 a 8  $\mu$  de anchura. Conte-  
nido celular granuloso de color amarillo o pardo. Por el tamaño celu-  
lar corresponde a *C. cedrosum*, pero las restantes características  
(color, granulación) corresponden a *C. aeruginosa* que según el mismo  
KOMAREK (1976) es extremadamente variable, con dimensiones de 8 a 20  
(30)  $\mu$  por 6 a 16  $\mu$  en la que denomina forma *aeruginosa* y 18 a 50  $\mu$   
por 13 a 28  $\mu$  en la forma *crassa*, describiendo KISELEV (1955) formas  
aún menores.

Esta especie ha sido encontrada en las muestra números:  
10, 15 y 18.

## FAM. OSCILLATORIACEAE

*Oscillatoria* cf. *ornata* KUTZING ex GOMONT

Tab. Phycologicae, 1: 30, Pl. 42, fig. 9 -10, 1846. GOMONT, Monogr.

Oscillatoriées: 214, Pl. 6, fig. 15, 1892. FORTI en DE TONI. Sylloge

Algarum, 5: 158, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 944, fig. 599 a,

1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 206, Pl. 37, fig. 12 y Pl. 40, fig. 3, 1959.

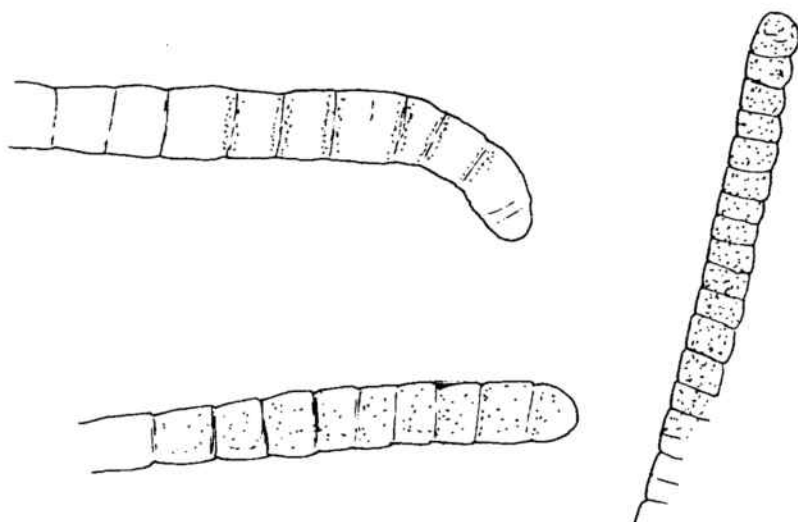


Fig. 6 *Oscillatoria* cf. *ornata* KUTZ ex GOM.

Talo azul verdoso. Tricoma con los extremos curvados. Tabiques ligeramente estrechados y con granulaciones.

Células de 6 a 9  $\mu$  de ancho y de 3,5 a 7  $\mu$  de largo, la terminal redondeada y con leve atenuación.

KUTZING (1846) en su descripción original menciona tricomas rectos y rígidos. Células de 4,5  $\mu$  de ancho y de color amarillo rojizo. En cambi DESIKACHARY (1959) encuentra tricomas con los extremos arrollados en espiral, células de 9 a 11  $\mu$  de ancho y de color azul-verde oscuro.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 10.

*Oscillatoria amoena* KUTZING ex GOMONT

Monogr. Oscillariées: 225, Pl. 7, fig.9, 1892. FORTI en DE TONI.

Sylloge Algarum, 5: 175, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 969, fig. 603 a y 611 k, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 230, Pl. 40, fig. 12, 1959.

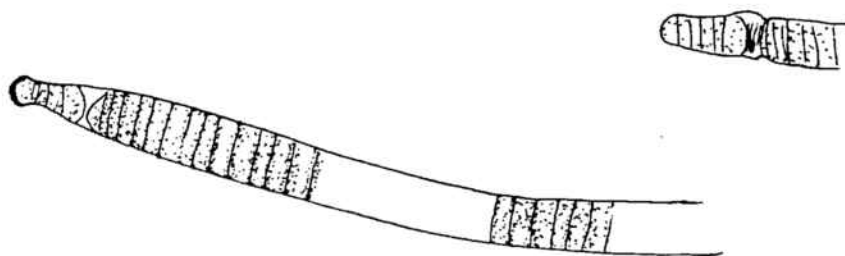


Fig. 7 *Oscillatoria amoena*. (KUTZ.) GOM.

Talo más o menos azul verdoso, tricomas rectos o ligeramente curvados, algo estrechos en los tabiques. Extremos gradualmente atenuados, de 2,5 a 5  $\mu$  de ancho; células más anchas que largas, de 2,5 a 4,2  $\mu$  de largo. Gránulos en toda la luz celular, algo más abundantes alrededor de los tabiques. Célula terminal capitada, algo cónica, con caliptra. La mayor parte de nuestros ejemplares son algo más anchos, de 4,5 a 6,5  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 5, 10, 18, 21, 23 y 31.

*Oscillatoria claricentrosa* GARDNER forma *bigranulata* RAO

Mem. N. Y., Bot. Gdn., 7: 37, Pl. 8, fig. 72, 1927 (n.v.). GEITLER, Kryptogamenflora: 971, fig. 615 c, 1932. RAO, Proc Indian Acad. Sci., B 6: 367, fig. 7c, 1937. DESIKACHARY, Cyanophyta: 231, Pl. 39, fig. 13. 14. Pl. 40 fig. e, 1959.

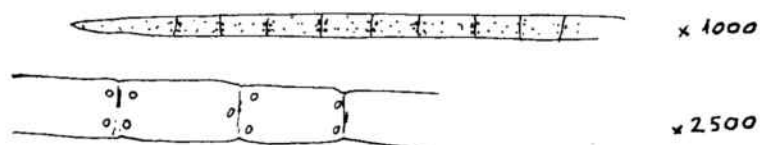


Fig.8 *Oscillatoria claricentrosa* GARD.

Tricoma recto de 2,3 a 5  $\mu$  de ancho y de 5 a 10  $\mu$  de largo, célula terminal afilada, ligeramente estrechada a nivel de los tabiques, que tienen dos gránulos en cada lado. Muy móvil. Verde azul.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 10.

*Phormidium fragile* (MENEHINI) GOMONT

Monogr. Oscillariées: 163, Pl. 4, figs. 13-15, 1892. FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 220, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora, 999, fig. 636 b, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 253, Pl. 44, figs. 1-3 1959.

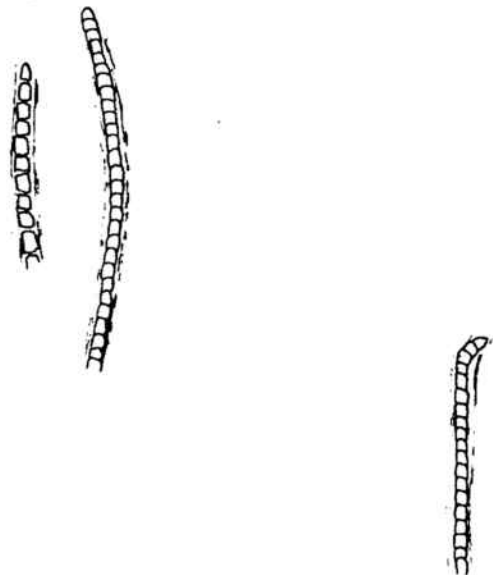


Fig.9 *Phormidium fragile* (MENEG.) GOM.

Talo mucilaginoso, lamelado, amarillento, con vaina difluente. Tricomas más o menos flexuosos, atenuados en los extremos, enredados o paralelos; tabiques estrechados, sin granulaciones. Células de 1,2 a 3  $\mu$  de largo y de 1,2 a 2,3  $\mu$  de ancho. La terminal cónica, sin caliptra.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 10.

*Phormidium tenue* (MENEHINI) GOMONT

Monogr. Oscillariées, 169, Pl. 4, figs. 23- 25, 1892. FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 227, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 1004 fig. 642 d-e, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 259, Pl. 43, figs.13-15 y Pl. 44, figs. 7-9, 1959.

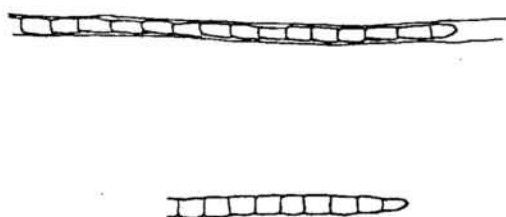


Fig.10 *Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

Talo azul-verdoso pálido, membranoso y expandido; tricomas rectos o algo curvados, entrelazados, algo estrechados en los tabiques y atenuados en el extremo; células de 1 a 2  $\mu$  de ancho y hasta tres veces más largas que anchas, de 2,5 a 5  $\mu$  de largo. Célula terminal cónico-acuminada, caliptra ausente. Tabiques sin granulaciones. Vaina estrecha, difluente o inexistente.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 25 y 31.



*Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER

Kryptogamenflora von Schlesien, Algen: 242, 1878 (n.v.). FORTI en DE TONI. Sylloge Algarum, 5: 278, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 1059, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 311, 1959.

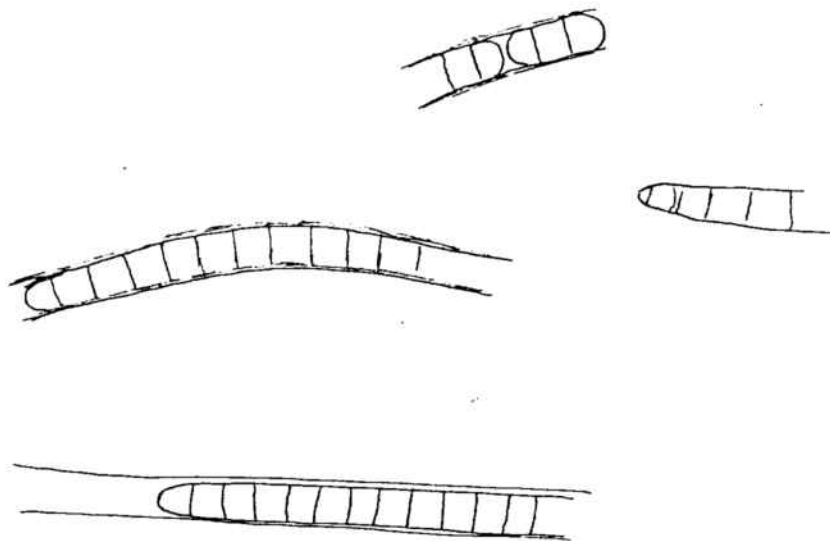


Fig.11 *Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER

Talo cespitoso, de verde azulado a verde oliva. Filamentos de 3,6 a 6  $\mu$  de ancho. Vainas hialinas. Tabiques con granulaciones estrechados sólo en los ápices del tricoma; células tan largas como anchas de 4 a 5  $\mu$ , verde azuladas. Célula terminal obtusa o redonda.

Reproducción por fragmentación de filamentos o por formación de hormogonios.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 6, 14 y 15.

*Lyngbya lagerheimii* (MOB.) GOMONT

Monogr. Oscillariées: 147, Pl. 4, figs. 6- 7, 1892. GEITLER, Kryptogamenflora: 1044, fig. 661 g, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 290, Pl. 48, fig. 6, Pl. 52, fig. 2, 1959. PANDEY, Nov. Hedw X: 190, 1965.

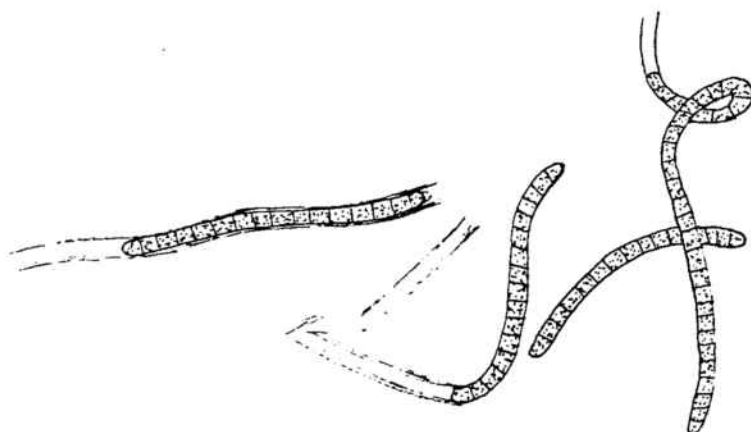


Fig.12 *Lyngbya lagerheimii* (MOB.) GOM.

Filamentos solitarios o apelotonados, irregularmente arrollados en espiral o rectos de 2 a 4  $\mu$  de ancho. Vaina estrecha incolora. Tricoma azul-verdoso pálido, aproximadamente 2  $\mu$  de ancho o más en la forma minor (DESIKACHARY, 1959) células de 1,2 a 3  $\mu$  de largo sin estrechamientos en los tabiques, con o sin gránulo único a cada lado del tabique, célula final redondeada, no atenuada.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 14.

*Lyngbya cryptovaginata* SCHKORBATOW

Arch. Russ. Protistologia, 6 (4): 125, Pl. 8, figs. 14- 16, 1927  
(n.v.). GEITLER en Pascher, Susswasserflora, 12: 401, 1925. DESIKACHARY, Cyanophyta: 297, Pl. 50 fig. 6, 1959.

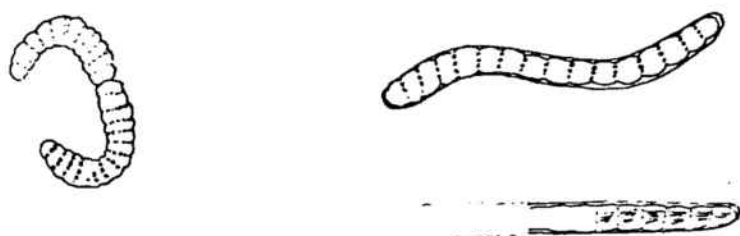


Fig. 13 *Lyngbya cryptovaginata* SCHKORBATOW

Filamentos aislados, rectos o curvados, de 4 a 9  $\mu$  de ancho. Vaina incolora, delicada, no visible en cultivos jóvenes pero sí en los viejos. Tricoma azul-verdoso ligeramente estrangulado en los tabiques. Células cuadradas o más anchas que largas, con pseudovacúolas. Células finales redondeadas.

Nuestros ejemplares tienen de 3 a 4  $\mu$  de ancho. Crecen mal en los medios de cultivo.

Esta especie ha sido encontrada en escasa cantidad en las muestras números 14 y 16.

*Schizothrix arenaria* (BERKELEY) GOMONT

Monogr. Oscillariées: 312, Pl. 8, figs. 11- 12, 1892. GEITLER, Kryptogamenflora: 1085, fig. 693 d-e, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 327, 1959.

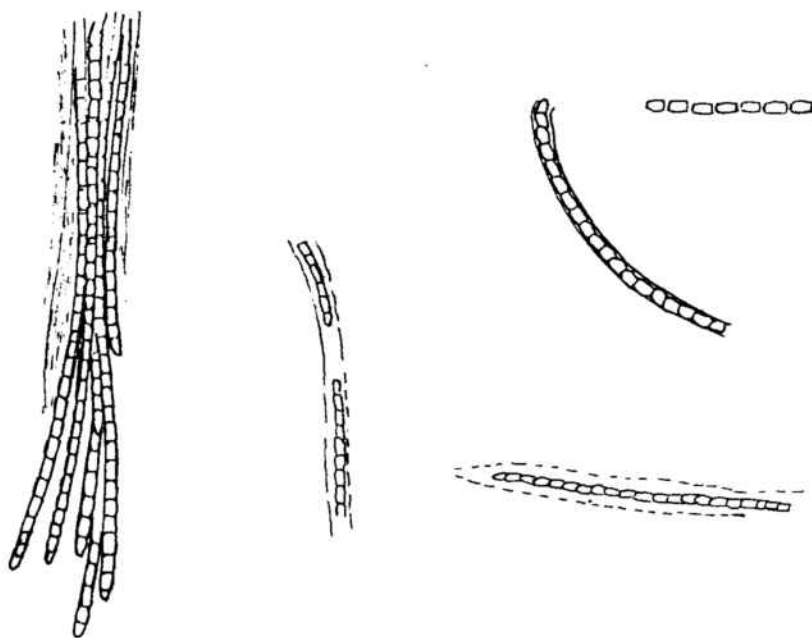


Fig. 14 *Schizothrix arenaria* (BERK.) GOM.

Tricoma cilíndrico de 1,5 a 3  $\mu$  de ancho, estrechado en los tabiques, con células cuadradas o más largas que anchas, de 1,5 a 2,5  $\mu$  de ancho y 2,5 a 3,5  $\mu$  de largo. La célula terminal puede ser redondeada o cónica, sin caliptra. Protoplasma homogéneo, sin gránulos. Vaina visible o difluente, incolora o con leve coloración parda en el material desecado y también sin vaina. Multiplicación por rotura del tricoma.

Los filamentos pueden estar agrupados en una gelatina común o apelmazados, conservando la vaina individual, presentándose las zonas con mayor densidad de tricomas engrosadas o lameladas.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1 y 14.

*Symphiothrix termalis* KUTZING

Phycologia generalis: 200, 1843 y Tabulae phycologicae I: 37, Pl. 53, fig. 2.

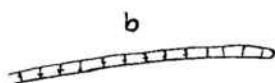
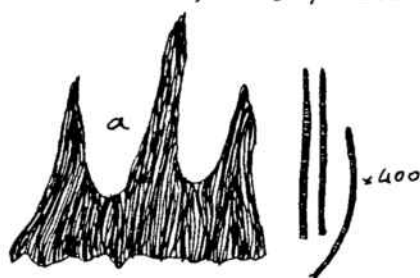


Fig. 15 *Symphiothrix termalis* KUTZ.

a) aspecto del talo (x40); b) tricoma (x1000)

Talo cespitoso, erecto, de más de 1 mm de alto, azul-verdoso brillante, formado por filamentos densamente apretados.

Tricoma azul verdoso sin vaina o muy estrecha. Un gránulo a cada lado del tabique transversal, que se presenta estrechado.

Células cuadradas o más largas que anchas, de 1,2 a 2  $\mu$  de ancho y de 1,7 a 5  $\mu$  de largo, la terminal redondeada.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 10.

Incluida por DROUET (1968) dentro de *Schizothrix calicicola* (AGARDH) GOMONT.

## FAM. NOSTOCACEAE

*Cylindrospermum alatosporum* FRITSCH

Contributions to our knowledge of the freshwater Algae of South Africa, II, Ann. South Afr. Mus., 9: 587, fig. 37, d-h, 1918 (n.v.).  
 GEITLER, Kryptogamenflora: 817, fig. 521, 1932. DESIKACHARY, Cyano-  
 phyta: 362, Pl. 64, fig. 9, 1959.

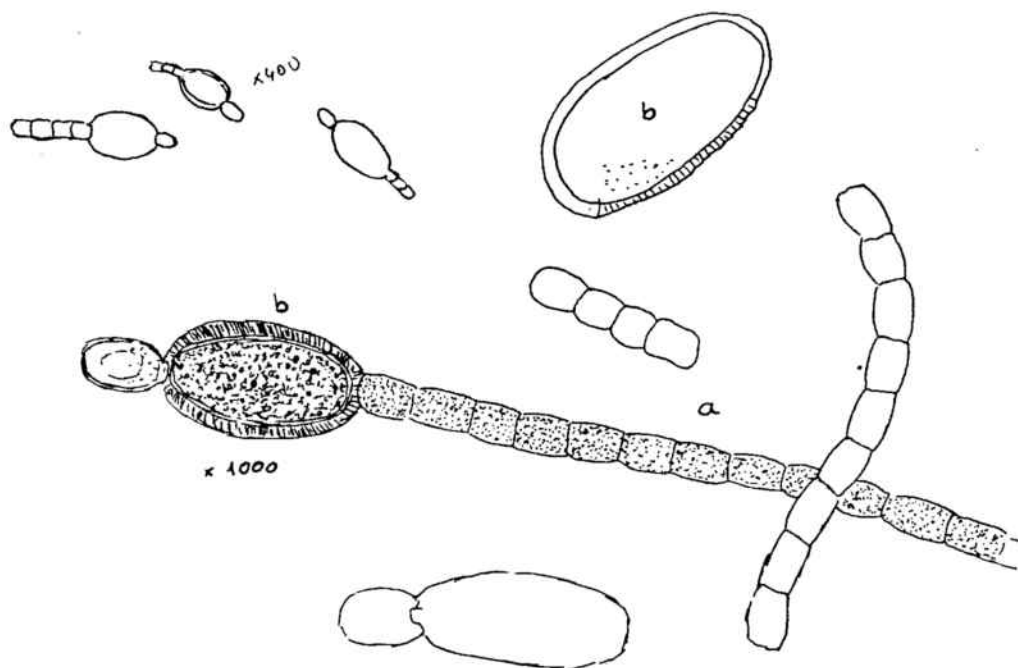


Fig.16 *Cylindrospermum alatosporum* FRITSCH

a) tricoma; b) acineto

Tricomas simples densamente enrollados y casi paralelos, no ramificados, cilíndricos con aspecto arborescente, de ramas muy delgadas y discontinuas aplicadas sobre el substrato, de color verde azul en los cultivos jóvenes y verde oliva oscuro al envejecer.

Los tricomas están formados por células con ligera figura de barril, de 3,5 a 5  $\mu$  de ancho y de longitud variable de 4 a 8  $\mu$ . Tienen heterocistes terminales elipsoidales o en forma de cono de 5  $\mu$  de ancho por 7,5 a 10  $\mu$  de largo. Un acineto subterminal al lado del heterociste, nunca separados ni intercalares. Los acinetos tienen de

16 a 21  $\mu$  de ancho por 20 a 30  $\mu$  de largo, con una capa exterior incolora que, según FRITSCH, se disuelve con la edad. En nuestros cultivos viejos queda arrugada, a veces formando líneas pero no desaparece, con lo que resalta la diferencia que tiene esta especie con el *C. maius*.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 18.

*Nostoc punctiforme* (KUTZING) HARIOT

J. de Bot., 5: 31, 1891 (n.v.). FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum: 388, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 834, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 374, Pl. 69, fig. 1, 1959. PANDEY, Nov. Hedw. X: 195, Pl. 4, fig. 7, 1965. CAIOLA, Nov. Hedw. XXV (1+2): 259, 1974.

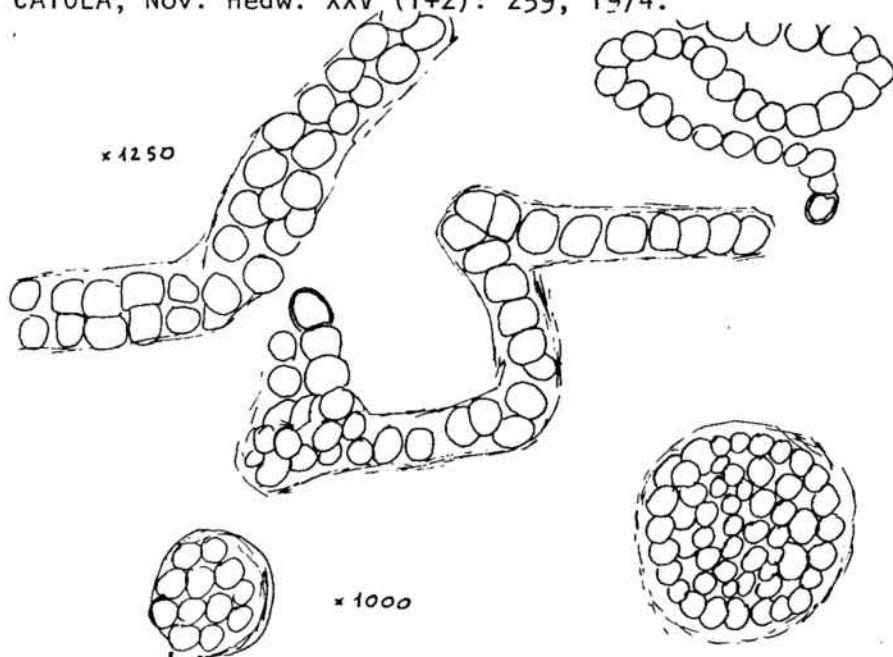


Fig. 17 *Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT

Talo subgloboso, esparcido o confluyente de hasta 2 mm de diámetro, compuesto por colonias aisladas, apelmazadas y fácilmente separables, de color verde oliva. Los tricomas se encuentran densamente enredados formando espirales u ondas en el interior de las colonias, o en forma de filamentos libres con vaina delicada, hialina, mucosa. Células redondeadas o cilíndricas de tamaño variable, que va desde las 3 a las 8  $\mu$  de diámetro. Citoplasma homogéneo verde azul. Heterocistes esféricos o esférico-elipsoidales de 3,5 a 6  $\mu$  de ancho y 5 a 8  $\mu$  de largo. Terminales o intercalares. Se forman esporas en los cultivos

viejos, esféricas o elipsoidales de 4 a 6  $\mu$  de ancho por 5 a 7 ó 9  $\mu$  de largo, con paredes lisas.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 10, 14, 15, 16, 21 y 23.

*Nostoc piscinale* KUTZING ex BORNET y FLAHAUT

Phyc. gen.: 208, 1843. BORNET y FLAHAUT, Revision des Nostocacées hétérocystées: 194, 1888. FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 393, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 383, fig. 229, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 377, Pl. 69, fig. 3, 1959.

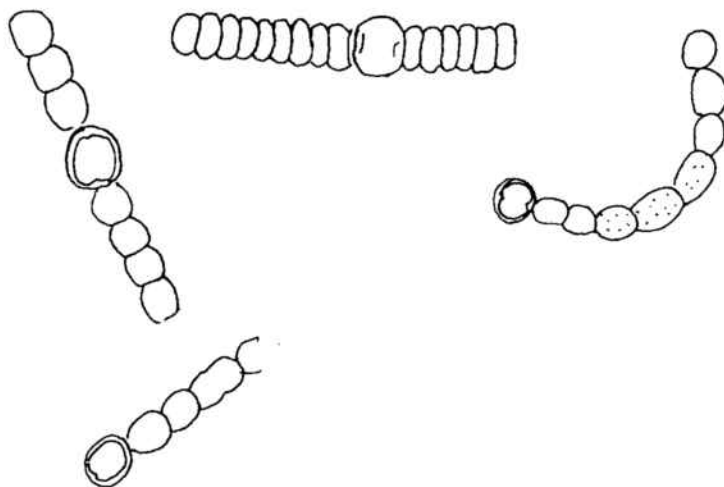


Fig.18 *Nostoc piscinale* KUTZ. ex BORN. y FLAH.

Talo al principio globoso, volviéndose tuberculado al envejecer, mucilaginoso, azul-verdoso claro o verde oliva hasta pardo. Filamentos de 3 a 7  $\mu$  de ancho aplanados, blandamente entrelazados, muy largos. Tricoma con vaina hialina o pardusca. Células en forma de tonel a veces muy aplanado o discoidal; las células en un mismo filamento son regulares, pero pueden variar en otros filamentos, de 2 a 5  $\mu$  por 4 a 5  $\mu$ . Células terminales algo cónicas. Heterocistes redondos mayores que las células vegetativas, de 5 a 8  $\mu$  de diámetro. Terminales o intercalares. Esporas globosas de 6 a 7  $\mu$  de ancho, en largas cadenas.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 13, 15, 16, 18, 21, 22, 25, 28, 29 y 31.



*Nostoc ellipsosporum* (DESM.) RABENH. ex BORN. y FLAH.

RABENHORST, Fl. Eur. Alg., 2: 169, 1865 (n.v.). BORNET y THURET, Notes algologiques, 2: 94, Pl. 27, figs. 7- 11, 1880 (n.v.). BORNET y FLAHAULT, Revision des Nostatacées hétérocystées: 198, 1888. FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 398, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 841, fig. 533, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 383, Pl. 69, fig. 5, 1959.

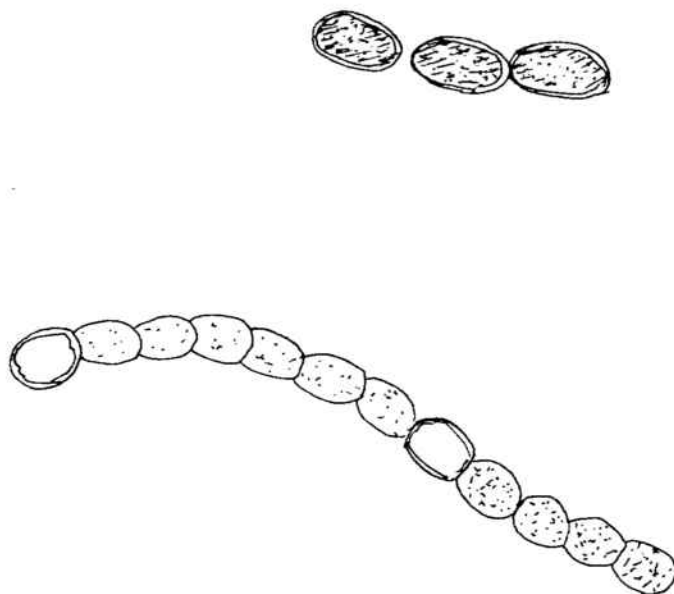


Fig. 19 *Nostoc ellipsosporum* (DESM.) RABENH. ex BORN. y FLAH.

Talo formando pequeños glomérulos irregularmente alargados, algo gelatinosos, de color marrón rosado. Filamentos flexuosos entremezclados de forma laxa. Tricoma sin vaina o muy débil y difluente. Células cilíndricas con los extremos redondeados, de tamaños muy irregulares, de 3 a 6  $\mu$  de ancho y de 7 a 14  $\mu$  de largo. Heterocistes parecidos a las células vegetativas en tamaño y color, redondeados.

Esporas oblongas, en largas cadenas al envejecer el cultivo mayores que las células vegetativas, de 6 a 7  $\mu$  de ancho y 14 a 16  $\mu$  de largo, con gran cantidad de granulaciones en su interior.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 14.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORNET y FLAHAULT

VAUCHER, Histoire des Conferves d'eau douce: 221, Pl. 16, fig.1, (n.v.). BORNET y FLAHAULT. Revision des Nostacées hétérocystées: 203, 1888 (n.v.). FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 404, 1907. GEITLER, Cryptogamenflora: 845, fig. 536-537, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 387, Pl. 68, fig. 3. 1959 CAIOLA, Nova Hedwigia, XXV (1+2):259, 1974.

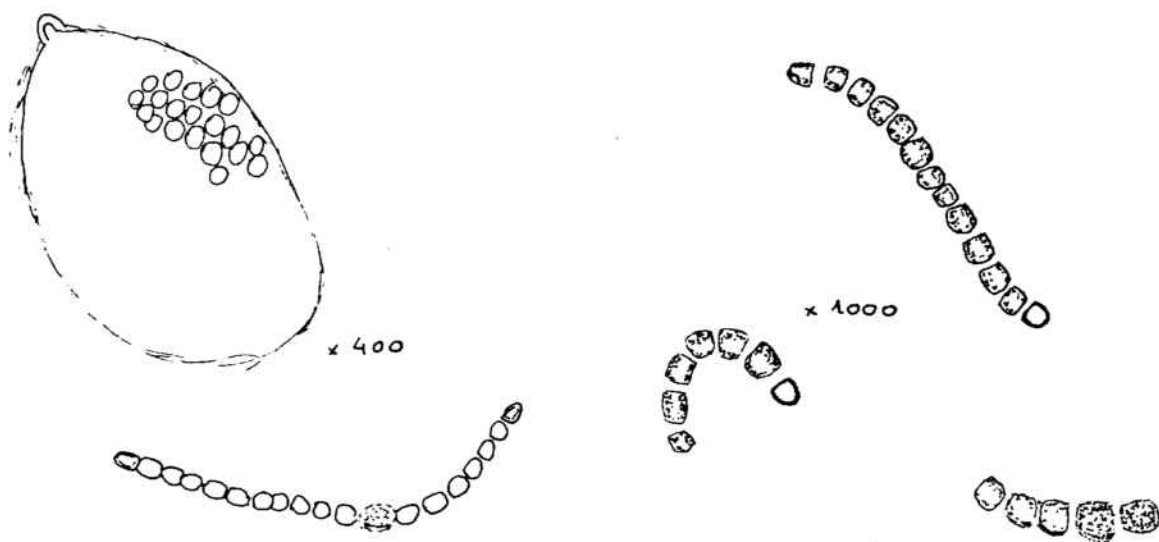


Fig. 20 *Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. et FLAH.

Talo firme, gelatinoso, al principio globoso, posteriormente expandido, azul verdoso u oliváceo.

Tricomas flexuosos, laxos o muy apretados, sin estructuración, envueltos en un mucílago común. A veces libres con una vaina delgada.

Células redondeadas de 2 a 4,5  $\mu$  de diámetro, o cilíndricas de 2 a 3  $\mu$  de ancho por 2,5 a 4  $\mu$  de largo. Heterocistes terminales o raramente intercalares, más pequeños que las células vegetativas. Esporas en cadenas, mayores que las células vegetativas, hasta 7  $\mu$  de diámetro.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 3, 4, 5, 6, 12, 18, 19 y 25.

*Anabaena variabilis* KUTZING ex BORNET y FLAHAULT. Var. *ellipsospora*  
FRITSCH

KUTZING, Phyc. gene.: 210, 1843. BORNET y FLAHAULT, Révision des Nostocacées hétérocystées: 226, 1888. FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 437, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 876, fig. 558, 1932. FRITSCH Indian bot. Soc.: 28, 142, figs. 40- 50, 1949 (n.v.). DESIKACHARY, Cyanophyta: 411, Pl. 72, fig. 1, 1959.

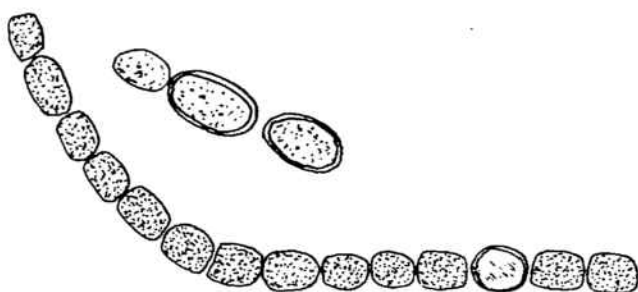


Fig.21 *Anabaena variabilis* KUTZ. ex BORN. y FLAH. var. *ellipsospora*  
FRITSCH

Talo estrecho, azul-verdoso, mucilaginoso, tricoma curvado, células algo separadas, las apicales redondeadas, de 4 a 4,5  $\mu$  de ancho y 5,5 a 9  $\mu$  de largo, en forma de tonel. Heterocistes intercalares solitarios más redondeados que las células, de 5,5 a 6  $\mu$  de ancho y de 5 a 8  $\mu$  de largo. Esporas en cadena, lejos de los heterocistes, elipsoidales, de 5 a 7  $\mu$  de ancho y de 7,5 a 12  $\mu$  de largo.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 18.

## FAM. SCYTONEMACEAE

*Scytonema* cf. *javanicum* (KUTZING) BORNET ex BORNET y FLAHAULT

BORNET en BORNET y THURET, Notes algologiques, 2: 148, 1880 (n.v.).

BORNET y FLAHAULT, Revision des Nostacacées hétérocystées: 95, 1887,

FORTI en DE TONI, Sylloge Algarum, 5: 506, 1907. GEITLER, Kryptogamenflora: 765, fig. 490, 1932. DESIKACHARY, Cyanophyta: 461, Pl. 100, fig. 4, 1959.

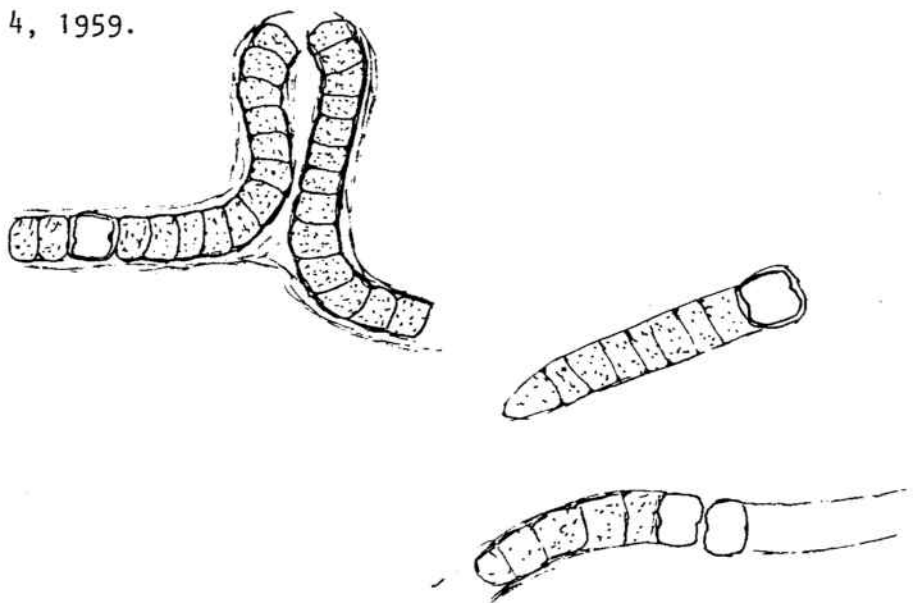


Fig. 22 *Scytonema* cf. *javanicum* (KUTZ.) BORN. ex BORN. y FLAH.

Talo formando almohadillas, azul-verdoso intenso. Filamentos de 12 a 15  $\mu$  de ancho. Falsas ramificaciones flexuosas, vaina firme, estrecha, hialina o amarillenta. Tricoma de 9 a 12  $\mu$  de ancho o menores, según los distintos autores, células comprimidas o cuadradas. Heterocistes subcuadrados de 6 a 8  $\mu$ .

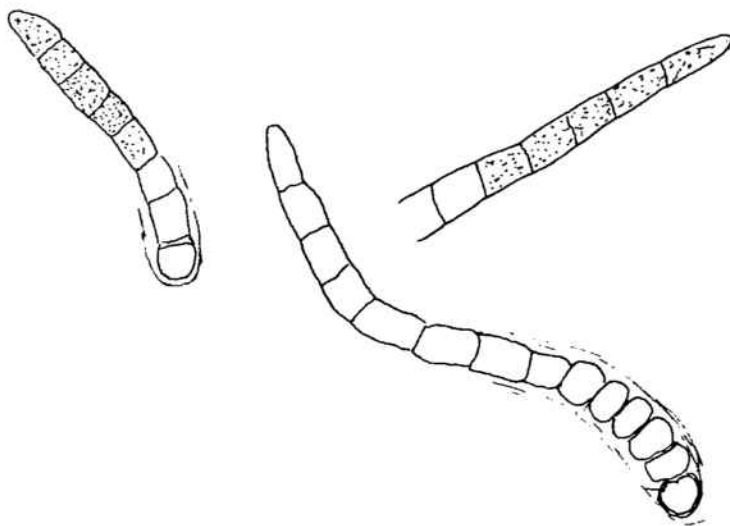
Las células de nuestros ejemplares miden de 6 a 6,5  $\mu$  de ancho por 4 a 5  $\mu$  de largo.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 5.

## FAM. MICROCHAETACEAE

*Microchaete* sp.

Filamentos uniseriados, sin ramificaciones, cortos y con un heterociste basal. Las células apicales son algo más delgadas, pero no llegan a dar un aspecto filiforme. Vaina basal.

Fig. 23 *Microchaete* sp.

Pueden ser esporas de *Calothrix* que estén en las primeras fases de su germinación.

Esta especie la hemos encontrado en los cultivos brutos de la muestra número 10, pero no ha progresado su crecimiento, por lo que la determinación es dudosa.

## 4.1.2 XANTHOPHYTA

## FAM. HETERODENDRACEAE

*Heterococcus crassulus* VISCHER

Heterokonten aus alpinen boden, speziell dem Schweizerischen national park (en Ergebnisse der wissenschaftlichen. Untersuchung des Schweizerischen Nationalparkes 12), 1945. PITSCHMANN, Nov, Hedw, 5: 694, 1963.

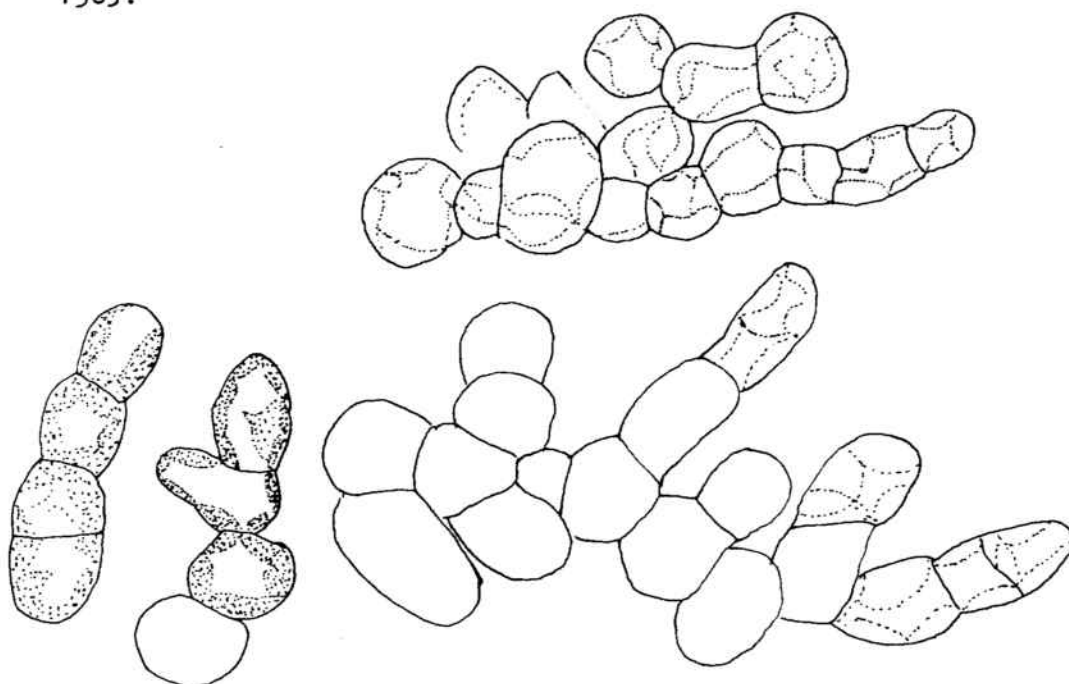


Fig. 24 *Heterococcus crassulus* VISCHER

Filamentos uniseriados ramificados formando un talo postrado. Células aisladas, agrupadas o formando céspedes, globosas o moniliformes, con plastos parietales discoideos sin pirenoides, de 10 a 15  $\mu$  de ancho por 60 a 100  $\mu$  de largo. Apices celulares redondeados, nunca atenuados. Reproducción asexual por aplanosporas y por zoosporas biflageladas con los flagelos desiguales.

Nuestros ejemplares tienen las células cortas, algo más largas que anchas, con un máximo de 17  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 4, 10, 14 y 17.

4.1.3 BACILLARIOPHYTA  
FAM. COSCINODISCACEAE

*Melosira* sp.

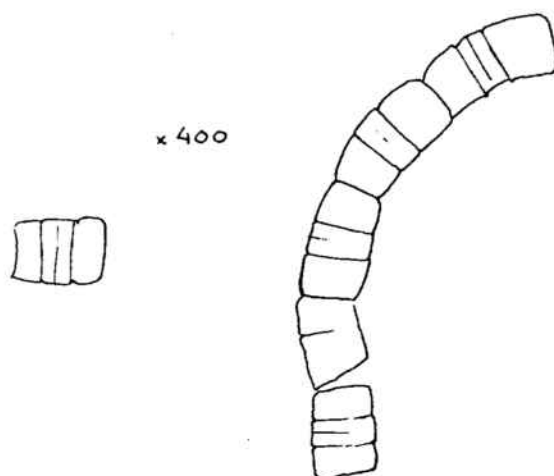


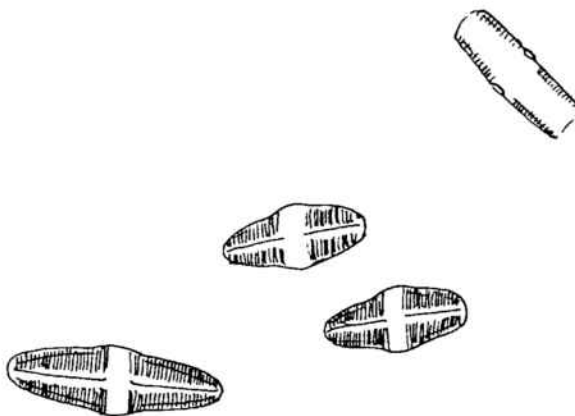
Fig. 25 *Melosira* sp.

Filamentos uniseriados, formados por células cilíndricas más largas que anchas, unidas por su cara valvar.

Se presentan siempre en visión conectiva. No tienen espinas ni ornamentación. Paredes laterales de las células rectas, sin abultamientos, presentando cerca del punto de unión de las tecas dos estrías.

Esta especie la hemos encontrado una sola vez en el cultivo procedente de Montblanc (muestra número 18) que fue recogida en la zona de influencia del río Francolí. Por sus características, creemos que debe incluirse en el género *melosira* AGARDH (1824).

## FAM. NAVICULACEAE

*Caloneis* sp.Fig. 26 *Caloneis* sp.

Células alargadas con polos redondeados, los márgenes en visión valvar presentan una ondulación central saliente. Líneas paralelas al borde que cortan las estrías de la valva sin interrumpirlas.

Rafe recta con nódulos internos bien desarrollados. Estrías muy finas transpicuales perpendiculares a la rafe 20- 26 en 10  $\mu$ .

Zona central de la valva lisa y recta. Tecas de 18 a 30  $\mu$  de longitud por 8 a 10  $\mu$  de anchura.

En los cultivos en bruto procedentes de la muestra número 18 hemos encontrado alguna, en escasa cantidad y nunca han formado colonias, los plastos pardos uno por valva, se hallaban retraídos. En la observación directa también se han encontrado valvas vacías, por lo que es posible que sean más abundantes de lo que permite suponer el número hallado.

Por sus características creemos que debe incluirse en el género *Caloneis* CLEVE (1891).



*Navicula atomus* (NAEGELI) GRUNOW

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora, X: 288, fig. 484, 1930.

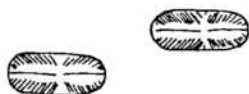


Fig. 27 *Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

Valvas de paredes muy delgadas con extremos anchos y redondeados, de 10 a 12  $\mu$  de largo, por 4 a 5  $\mu$  de ancho. Rafe recta. Estrías transpicales muy finas, en disposición ligeramente radial, alrededor de 20 en 10  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 29 y 31.

*Navícula mínima* GRUNOW Var. *atomoides* (GRUNOW) CLEVE.

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora X:272, fig. 442, 1930.

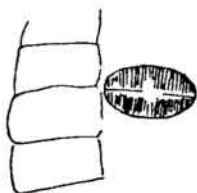


Fig. 28 *Navícula mínima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

Células aisladas o en colonias, unidas por las valvas.  
Frustulos elípticos con polos redondeados, de 6 a 7  $\mu$  de ancho por 12 a 18  $\mu$  de largo, líneas transpicales poco visibles, 26- 30 en 10  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números:  
1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28 y 29.

*Navicula cryptocephala* KUTZING

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora, X: 295, fig. 496, 1930.



Fig. 29 *Navicula cryptocephala* KUTZ.

Valvas lanceoladas regulares con extremos capitados, de 20 a 40  $\mu$  de largo por 5 a 7  $\mu$  de ancho. Rafe recta. Area axial estrecha. Area central ensanchada transversalmente (esta es la principal diferencia con *N. rhynchocephala* cuya área central es circular). Estrías transpicales radiales y finas, 16- 18 en 10  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 18.

*Navicula contenta* GRUNOW Forma *biceps* (ARNOT) GRUNOW

V. H. Syn: 14, fig. 31 B, 1885 (n.v.). HUSTEDT, Kryptogamenflora

VII: 209, fig. 1328 i, 1961- 66.



Fig. 30 *Navicula contenta* GRUN. f. *biceps* (ARNOT) GRUN.

Células formando colonias. Valvas aproximadamente lineales con centro más o menos extendido transpicalmente y extremos anchos capitados, de 6 a 30  $\mu$  de largo y 2 a 6  $\mu$  de ancho. Rafe recta en forma de hilo con poros centrales. Area axial muy estrecha ampliada súbitamente alrededor del nódulo central hasta formar una pequeña área central esférica, circular, alargada o elíptica. Estrías transpicales generalmente muy finas y frecuentemente hasta 36 en 10  $\mu$ .

Forma *biceps* (ARNOT) GRUNOW. Las valvas no ampliadas transapicalmente en el centro. Sólo con extremos capitados. Célula de 4- 5  $\mu$  de ancho por 10- 14  $\mu$  de largo. Plastos parietales planos y gotitas lipídicas en los extremos. Aparece siempre por debajo de los 3 cm.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 9, 14 y 15.

*Navicula graciloides* MAYER

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora X: 229, fig. 515, 1930.

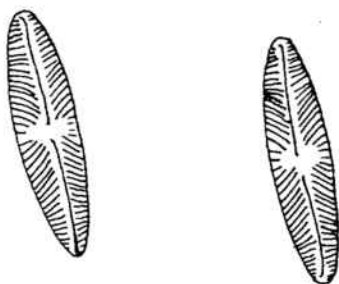


Fig. 31 *Navicula graciloides* MAYER

Valvas lanceolado-lineales de forma cuneiforme, más o menos ensanchada, extremos obtusos; de 30 a 40  $\mu$  de largo por 6 a 8  $\mu$  de ancho. Area axial estrecha, área central rectangular transversal, estrías transapicales 10- 13 en 10  $\mu$ , en el centro radiales y convergentes en los extremos.

Muy parecida a la *Navicula gracilis*, se distingue de ella porque ésta tiene las estrías transapicales del área central rectas.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 8.

*Pinnularia borealis* EHRENBURG

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora X: 326, fig. 597, 1930.

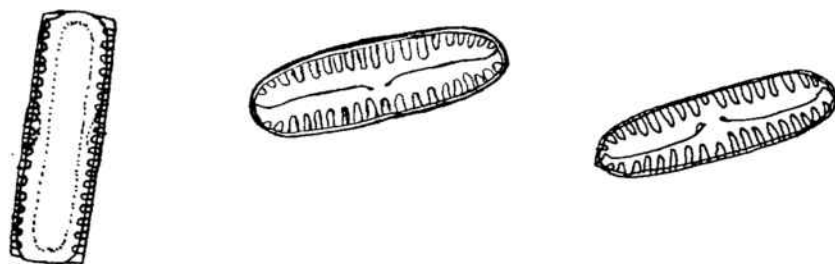


Fig. 32 *Pinnularia borealis* EHR.

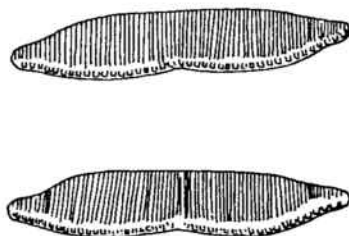
Células solitarias. Valvas elíptico lineales con polos redondeados. De 30 a 40  $\mu$  de largo por 10 a 13  $\mu$  de ancho. Rafe central con una estructura especial que le da aspecto sinuoso. Costillas transapicales marcadas, 5 en 10  $\mu$  alejadas unas de otras.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 3, 5, 7, 8, 12, 13, 21, 22 y 30.

## FAM. NITZSCHIACEAE

*Hantzschia amphioxys* (EHREMBERG) GRUNOW

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora X: 394, fig. 747, 1930.

Fig. 33 *Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

Células asimétricas en relación al plano apical con una parte cóncava profunda y otra convexa casi recta y los extremos capitados. La quilla y el canal de la rafe están situados en el margen cóncavo de la valva, lo que hace que las rafe estén superpuestas (diferencia respecto a *Nitzschia*). El canal rafídeo tiene puntos carinales marcados y la rafe muestra un nódulo central. La sección transversal siguiendo el plano transapical es cuadrada. Las células en visión conectiva son rectangulares, con los extremos apenas curvados.

Tamaño de los frústulos: de 20 a 100  $\mu$  de largo por 5 a 10  $\mu$  de ancho, con finas estrías transapicales de 13 a 20 en 10  $\mu$ . Dos cloroplastos marrón amarillo unidos por un puente en el centro.

Especie frecuente y cosmopolita que posee gran capacidad de adaptación. Nuestros ejemplares tienen menor margen de longitud; de 30 a 50  $\mu$ , no alcanzando los máximos descritos para la especie.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30 y 31.

*Nitzschia filiformes* (W. SMITH) HUSTEDT

HUSTEDT en PASCHER, Susswasserflora, X: 422, fig. 818, 1930.



Fig. 34 *Nitzschia filiformes* (W. SMITH) HUST.

Células solitarias. Valvas lineales progresivamente lanceoladas con extremos redondeados. Contorno ligeramente sinuoso.

De 20 a 100  $\mu$  de largo por 4 a 6  $\mu$  de ancho.

Canal rafídeo excavado en una carena saliente lateral con puntos carinales aislados, 8 a 11 en 10  $\mu$ . Estrías transapicales muy finas, 8 a 11 en 10  $\mu$ .

Las valvas de los ejemplares encontrados miden como máximo 30  $\mu$ ; no hemos logrado su cultivo.

Ha sido citada en aguas salobres (PASCHER, 1930) pero no en suelo ni arrozales.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 3, 4, 5, 6, 18, 21, 22, 23, 24 y 26.



#### 4.1.4 CHLOROPHYTA

##### FAM. EUGLENACEAE

*Euglena* s p.

En los cultivos directos en medio líquido procedentes de las muestras números: 4, 8, 14, 15 y 26, hemos encontrado varias formas que se ajustan a los caracteres del género *Euglena* EHRENBORG.

Para determinar las especies, es necesario disponer de material vivo aislado, que no nos ha sido posible obtener por no crecer en las resiembras.

## FAM. CHLAMYDOMONADACEAE

*Chlamydomonas* cf. *megalis* BISCHOFF y BOLD

Univ. Texas, Publ. 6318: 19- 22, fig. 88- 91, 1963.

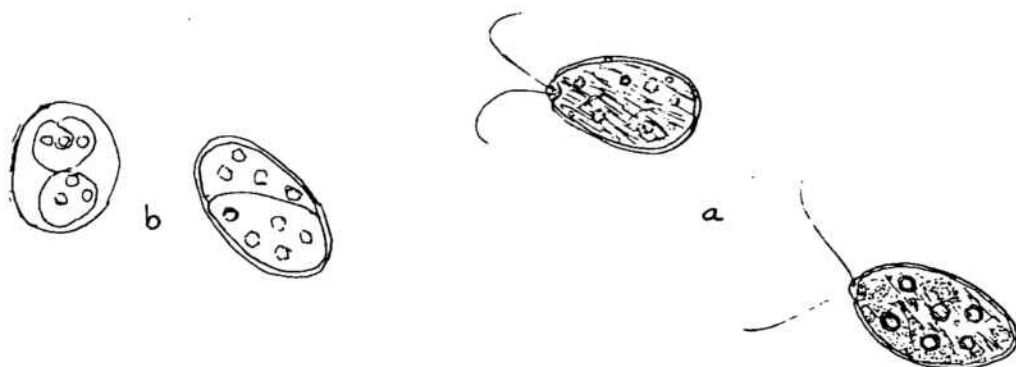


Fig. 35 *Chlamydomonas* cf. *megalis* BIS. y BOLD. a) fase vegetativa  
b) fase palmeloide.

Células de 24 a 40  $\mu$  de largo por 18 a 27  $\mu$  de ancho, truncadas y ovoidales. Papila pequeña y truncada. Estigma cerca de la pared central de la célula, muy alargado. Pared celular delgada. Dos flagelos no tan largos como la célula. Varias vacuolas pulsátiles entre la superficie del plasto y la membrana plasmática. Plasto macizo en forma de copa cerrada, con algunas depresiones y fisuras, con 8 a 14 pirenoides laterales, cada uno de 4 a 5  $\mu$  de diámetro, distribuidos al azar por el interior del plasto. Núcleo grande, ligeramente anterior a la ecuatorial. Algunos cuerpos refringentes distribuidos por el protoplasma.

Reproducción asexual por vía endógena, usualmente en 4 células hijas. Las células cuando crecen en medio sólido, se encuentran inmersas en una matriz gelatinosa, blanda. No pierden el color verde en los cultivos en fase estacionaria de crecimiento.

Nuestros ejemplares son menores en tamaño, las células móviles alcanzan de 18 a 22  $\mu$  de largo y 13  $\mu$  de ancho.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 8.

*Chlamydomonas* sspp.

En los cultivos directos procedentes de las muestras números 1, 3, 4, 18 y 19, nos han aparecido diversas formas que se ajustan a la descripción del género *Chlamydomonas* (EHERNBERG, Abhandl. Akad. Wiss. Berlin, 1832 (n.v.) ETTL, Die Gattung *Chlamydomonas* EHRENBURG, 1976), tanto en sus fases móviles como gloeocistoides y palmeloides.

Por la dificultad de obtención de los cultivos unialgales, no hemos logrado la determinación de las diversas especies, excepto en uno de los casos.

## FAM. PEDINOMONADACEAE

*Scourfieldia complanata* WEST

Journ. of Bot., 50 (n.v.). LUND, J. Bot., 80: 57-73: 1942. BELCHER y  
SWALE: British Phycol. Bull. 2, 4: 210, 1963.

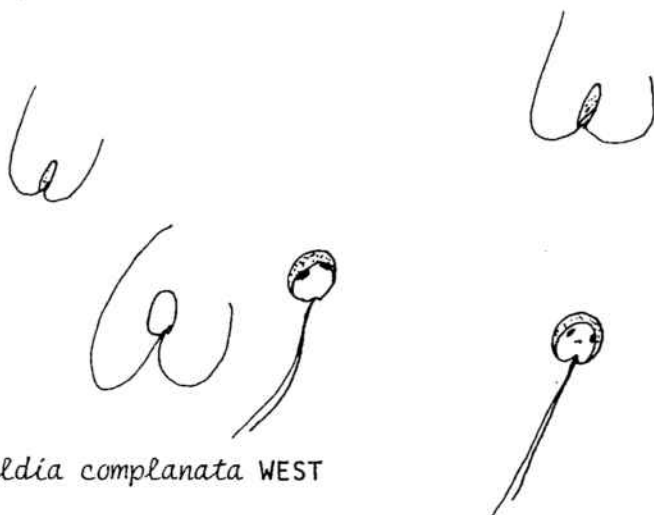


Fig. 37 *Scourfieldia complanata* WEST

Organismo comprimido lateralmente, con forma redonda o de corazón, de 4 a 5  $\mu$  de diámetro en sus dimensiones máximas y de 1 a 1.5  $\mu$  en las mínimas.

Tiene una depresión en la parte anterior, que en la cara llana de la célula aparece como una pequeña muesca en la cual se insertan los flagelos ligeramente desiguales de 12 a 17  $\mu$  de longitud. Vista lateralmente la estría toma una forma en diagonal inclinada 45 grados, continuada con una ligera arruga. No existe pared ni envoltura. Sin mucílago.

El plasto de forma acintada recubre las caras laterales estrechas, quedando en forma de media luna de longitud variable en la cara plana. No hay pirenoide, a veces contiene 2 ó 3 granos de fécula pequeños, redondos o ligeramente aplanados sobre la parte basal del plasto.

Una pequeña vacuola pulsátil en la parte superior lateral muy difícil de observar. Núcleo central de 0.5 a 1  $\mu$  de diámetro.

Reproducción asexual por división longitudinal por el centro de la cara plana, dando dos células hijas con un flagelo cada una.

No se han observado estados quiescentes.

El organismo nada rápidamente hacia atrás, dando vueltas sobre su eje. Algunas veces se fija al sustrato.

WEST (1932) no menciona la diferencia de tamaño de los flagelos, pero sí lo hace SCOURFIELD (1942), que ya la menciona procedente de cultivos de suelo. (Citado por BELCHER y col. 1963).

Nuestros ejemplares, algo mayores, miden hasta 6  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 4, 15 y 18.

## FAM. CHLOROCOCCACEAE

*Chlorococcum* cf. *ellipsoideum* DEASON y BOLD.

Univ. Texas Publ. n° 6022: 20- 23, figs. 20- 25 y 90- 92, 1960.

ARCHIBALD y BOLD, Univ. Texas Publ. n° 7015: 29, fig. 54, 1970.

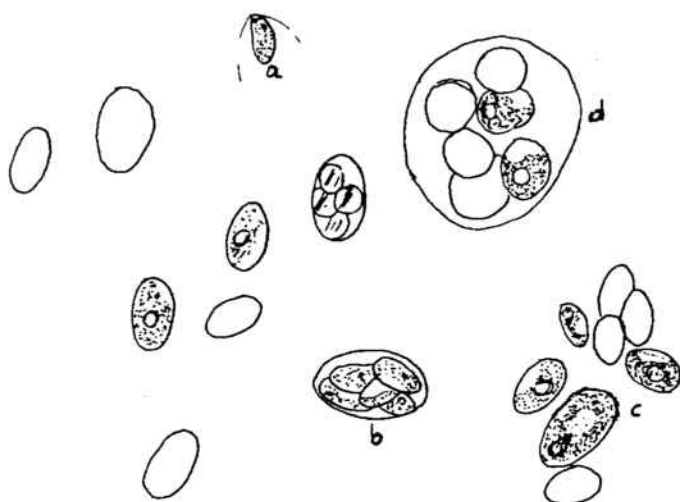


Fig. 38 *Chlorococcum* cf. *ellipsoideum* DEASON y BOLD  
 a) zoospora, b) zoosporangio, c) célula vegetativa,  
 d) aplanosporangio

Células ovales-elípticas, raramente esféricas, de 10 a 20  $\mu$  de diámetro. Al envejecer se redondean, aumentan de tamaño, hasta 35  $\mu$  y la pared celular se engruesa irregularmente alcanzando las 6  $\mu$  de grosor.

Cloropasto parietal único con pirenoide.

Reproducción por aplanosporas y zoosporas, éstas tienen de 7 a 9  $\mu$  de largo por 3  $\mu$  de ancho con dos flagelos iguales, que se forman en cultivos muy jóvenes, tienen estigma anterior y núcleo posterior.

Acumulan gotas de grasa al envejecer.

Los ejemplares hallados tienen de 6 a 20  $\mu$  de diámetro.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 8, 9 y 14.

*Chlorococcum minutum* STARR

Ind. Univ. Publ. Sci. Ser. 20: 30- 35, figs. 81- 103, 1955. ARCHIBALD y BOLD, Univ. Texas Publ. n° 7015: 35, fig. 64, 1970.

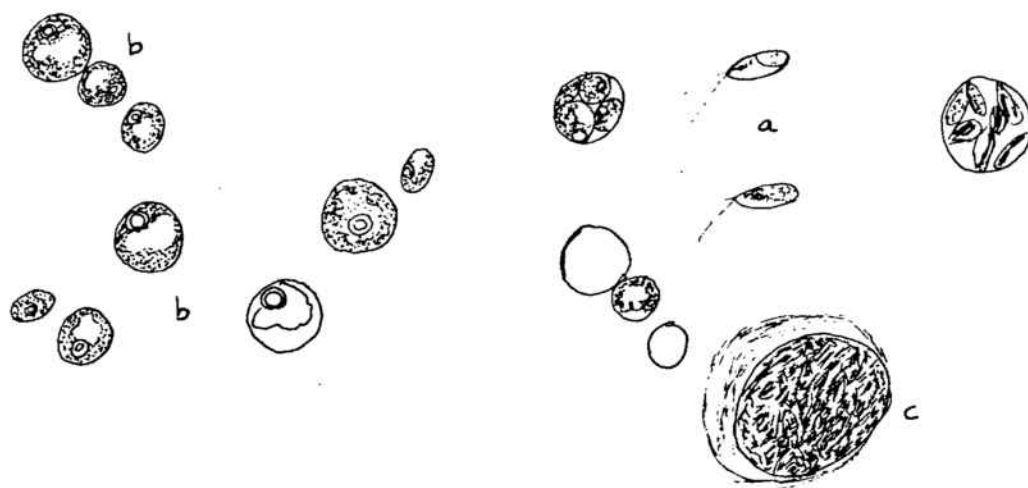


Fig. 39 *Chlorococcum minutum* STARR

a) zoospora, b) células vegetativas, c) células de cultivo viejo.

Células subesféricas o esféricas de 4 a 6  $\mu$  de diámetro. En fase estacionaria de cultivo, al envejecer las células incrementan su tamaño hasta 20  $\mu$ , y las paredes celulares aumentan hasta 5- 6  $\mu$  de ancho; cloroplasto con un pirenóide rodeado por una vaina de almidón continua.

Reproducción asexual por aplanosporas y por zoosporas, éstas de 6 a 7  $\mu$  de largo por 3 a 5  $\mu$  de ancho, con núcleo posterior y un estigma anterior. Las zoosporas se forman en los cultivos viejos. Reproducción sexual con formación de cigotos que tienen la pared lisa y se diferencian de las células vegetativas por tener la envoltura más gruesa.

Las células que hemos encontrado son algo mayores en la primera fase de crecimiento, 4 a 8  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 3, 4, 10, 15, 21 y 30.

*Neochloris cf. conjunta* ARCHIBALD

Phycologia 12 (3/4): 187- 193, 1973.

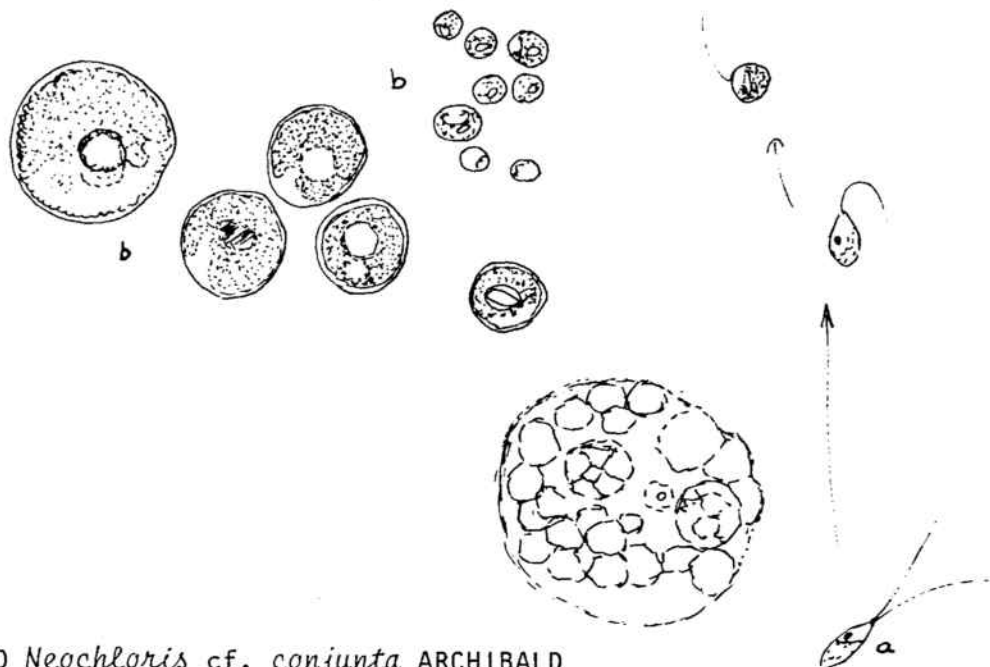


Fig. 40 *Neochloris cf. conjunta* ARCHIBALD  
a) zoosporas, b) células vegetativas

Células vegetativas esféricas que en los cultivos jóvenes alcanzan tamaños de 5 a 20  $\mu$  con paredes estrechas, de 0.3  $\mu$ . En la fase estacionaria pueden llegar a tener hasta 50  $\mu$  y aumentar las paredes a 1.5  $\mu$ . Plasto en copa hueca con un pirenoide único rodeado por una vaina de almidón aparentemente continua. Células multinucleadas.

Reproducción por zoosporas y aplanosporas.

Zoosporas no tunicadas de 5  $\mu$  de longitud y 3  $\mu$  de ancho, con dos flagelos de igual longitud sin paredes, con un núcleo anterior y un estigma pequeño central. Las células, a veces, permanecen dentro del esporangio largos periodos de tiempo.

En nuestros ejemplares hay mayor diversidad de tamaños, con diámetros de 3  $\mu$  a 35  $\mu$  y la vaina de almidón se presenta generalmente partida.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 5, 9 y 18.



*Trebouxia anticipata* AHMADJIAN

The taxocomy physiology of lichen algae and problems of lichen synthesis Ph. D. dissertation, Harvard Univ., Cambridge, Mass., 1959 (n.v.). ARCHIBALD, Phycologia, Vol. 14 (3): 125- 137, 1975.

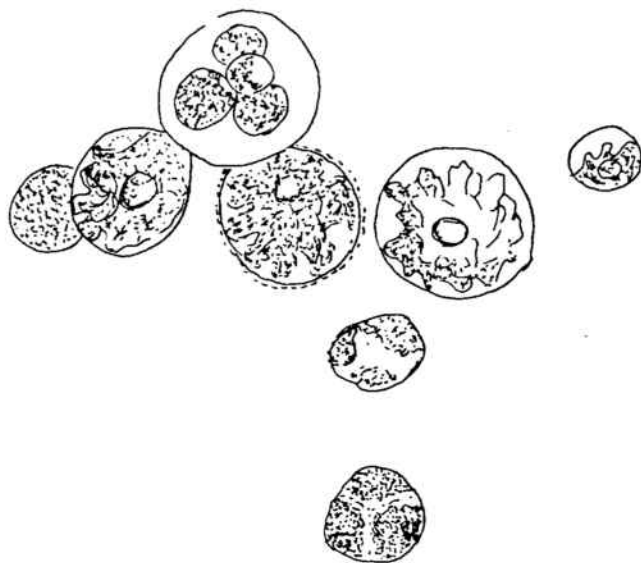


Fig. 41 *Trebouxia anticipata* AHMADJ.

Células vegetativas esféricas de 6 a 20  $\mu$  de diámetro, no aumentan sensiblemente al envejecer. Con un plasto masivo axial grande, a veces con lóbulos cortos y anchos, con un pirenoide poco visible que tiene una vaina de almidón aparentemente continua. Un único núcleo en la periferia entre los lóbulos. Pared celular que se ensancha al envejecer hasta 1.5  $\mu$ . Las células, que se presentan generalmente solitarias, pueden permanecer en tétradas después de la división vegetativa.

Zoosporas desnudas con dos flagelos largos iguales, que se vuelven esféricos rápidamente al cesar la movilidad. Estigma muy pequeño y poco visible. De 3  $\mu$  de ancho por 4.5  $\mu$  de largo.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 3, 4, 6, 7, 8, 14 y 16.

*Bracteacoccus minor* (CHODAT) PETROVA

PETROVA, Beih. bot. Zbl. 48 (A): 221- 228, 1931. BISSCHOFF y BOLD, Univ. Texas, Oubl. 6318: 43- 59, 1963. FRIEDMANN y OCAMPO- PAUS, Nova Hedw. X: 481- 494, 1966. DESORTOVA, Arch. Hydrobiol. Suppl. 46, Algological Studies 10: 11, Pl. IV, figs. 1- 7, 1974.

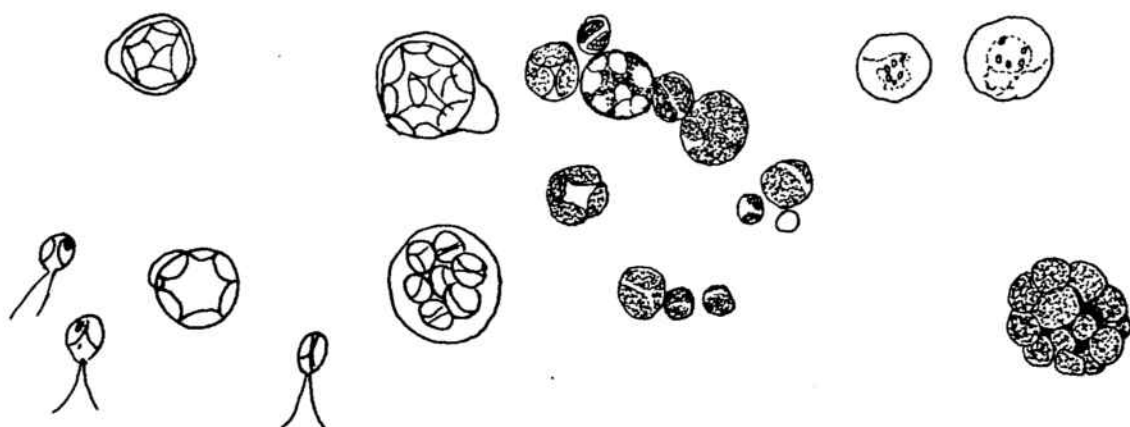


Fig. 42 *Bracteacoccus minor* (CHODAT) PETROVA

Células vegetativas esféricas, de 7 a 20  $\mu$  de diámetro, excepcionalmente más. Pared celular estrecha, lisa e incolora, de 0.7 a 1.4  $\mu$ ; a veces se engruesa formando protuberancias incoloras, tanto en las células jóvenes como en las adultas; estas burbujas pueden llegar a tener la misma longitud de la célula y cuando existen los esporangios, sufren la rotura por esta zona para permitir la salida de las esporas. Cloroplastos planos parietales y centrales de dos a numerosos, aumentando su número con la edad y el tamaño de las células. No contiene pirenoides, pero sí gránulos de almidón dispersos por la luz celular.

Reproducción por zoosporas y aplanosporas, formadas ambas por división simultánea de todo el protoplasto y liberadas por rotura o gelatinización de la pared del esporangio. Aplanosporas esféricas de 2.5 a 7.5  $\mu$ . Zoosporas tunicadas, redondeadas, de 4.2 a 6.6  $\mu$  con 2 ó 3 plastos lenticulares, de tamaño variable. Cada zoospora tiene dos flagelos desiguales y de 1 a 3 cloroplastos parietales. Estigma muy visible en la mitad posterior de la zoospora, que persiste en las

células vegetativas que proceden de ellas.

No se han observado vacuolas contráctiles.

Nuestros ejemplares son parecidos a la variedad *desertorum* (FRIEDMANN y OCAMPO - PAUS, 1966) por la producción de carotenoides y aceites al envejecer los cultivos, lo que les da color anaranjado.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números:  
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,  
25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

*Bracteacoccus* cf. *grandis* BISCHOFF y BOLD

Univ. Texas Publ. 6318: 48- 50, figs. 76- 79, 139, 1963.

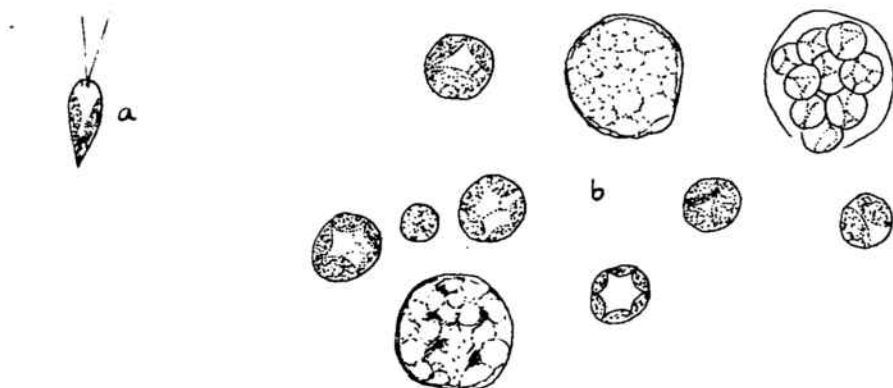


Fig. 43 *Bracteacoccus* cf. *grandis* BISCHOFF y BOLD  
a) zoospora, b) célula vegetativa

Células vegetativas libres, siempre esféricas, de hasta 35  $\mu$  de diámetro. Pared celular lisa y estrecha, que no se engruesa al envejecer, a veces con una expansión a modo de burbuja.

Células vegetativas adultas multinucleadas; presentan de tres a muchos cloroplastos parietales o centrales, aumentando su número al envejecer. A veces difíciles de distinguir. Sin pirenoides.

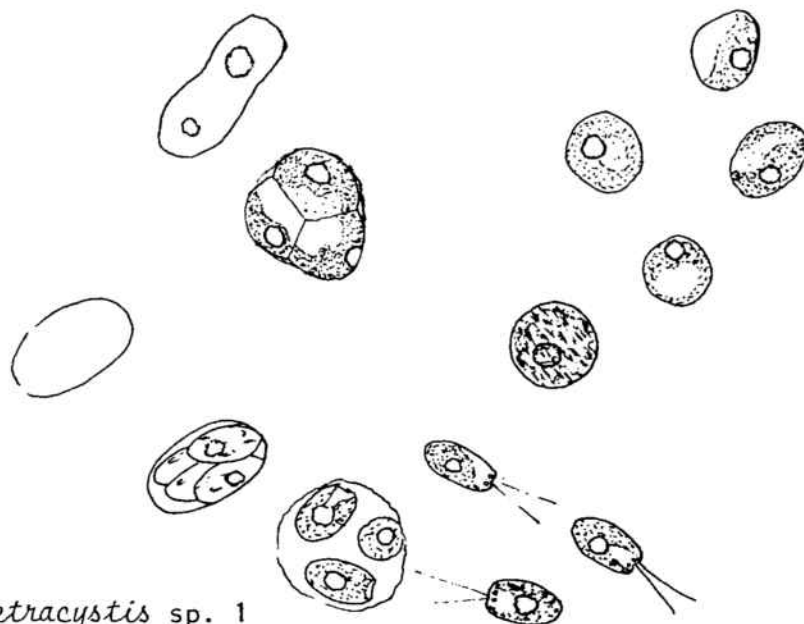
Reproducción asexual por aplanosporas y zoosporas, formadas ambas por división simultánea de todo el protoplasto.

Aplanosporas esféricas de 5  $\mu$  de diámetro, en número muy diverso según sea el tamaño del aplanosporangio.

Zoosporas tunicadas, con el extremo posterior afilado, de 8.5 a 10  $\mu$  de largo y 2 a 3  $\mu$  de ancho, con dos flagelos desiguales y dos o tres cloroplastos. Núcleo anterior. Estigma central.

En nuestros ejemplares la pared celular se engruesa hasta 3  $\mu$  en los cultivos muy viejos.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 11, 12, 13 y 16.

*Tetracystis* sp. 1Fig. 44 *Tetracystis* sp. 1

Colonias verde brillante, homogéneas, redondas y lisas.

Células vegetativas esféricas o elipsoidales de 6 a 12  $\mu$  de diámetro, con un núcleo. Pared celular delgada, como máximo de 1  $\mu$ . Plasto parietal rodeado de una vaina de almidón compacta.

Reproducción vegetativa en tétradas que no permanecen agrupadas, o por zoosporas.

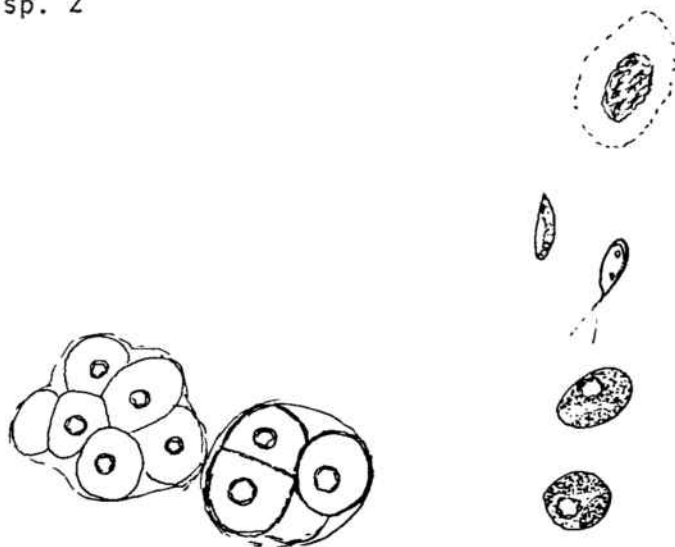
Zoosporas elipsoidales de 8 a 12  $\mu$  de largo y 5 a 7  $\mu$  de ancho, tunicadas, con dos flagelos iguales de la misma longitud que el cuerpo y con un núcleo posterior. Un estigma poco visible y dos vacuolas pulsátiles grandes. Plasto parietal con un pirenoide central.

No hemos observado copulación de gametos.

Todos los cultivos unialgales se han realizado sobre medio mineral básico de BOLD.

Dadas las características observadas, esta especie ha de considerarse como perteneciente al género *Tetracystis* BROWN y BOLD

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 14 y 15.

*Tetracystis* sp. 2Fig. 45 *Tetracystis* sp. 2

Colonias verde oscuro, formadas por pequeñas agrupaciones rugosas, que al envejecer pierden el color, volviéndose transparentes.

Células vegetativas esféricas o elipsoidales de 8 a 16  $\mu$  de diámetro, con un núcleo. Pared celular ensanchada, gelatinosa. Plasto parietal en copa con un pirenoide, con la vaina de almidón discontinua.

Reproducción vegetativa en tetradas que permanecen agrupadas o por zoosporas.

Zoosporas elipsoidales con el polo anterior agudo y dos flagelos iguales, tunicadas, de 6 a 8  $\mu$  de largo y 2 a 3.5  $\mu$  de ancho, con un estigma visible que permanece en las células que se derivan de ellas. Plasto parietal con un pirenoide en su parte posterior.

Todos los cultivos unialgales se han realizado sobre medio mineral de BOLD.

Dadas las características observadas, esta especie ha de considerarse como perteneciente al género *Tetracystis* BROWN y BOLD

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 8, 9, 14 y 15.

## FAM. OOCYSTACEAE

*Chorella minutissima* FOTT y NOVAKOVA

En FOTT, St. en Phycol.: 50, lám. XV, figs. 0 - y, 1969.



Fig. 46 *Chorella minutissima* FOTT y NOVAK.

Células esféricas de 1 a 4  $\mu$  de diámetro, pared celular delgada disolviéndose después de la esporulación; cloroplasto parietal, delgado, cubriendo las tres cuartas partes de la periferia celular en los individuos adultos. Sin pirenoides.

Reproducción asexual por formación de autoesporas en número de 2, 4 u 8 de 1 a 2  $\mu$  de diámetro, redondo-elipsoidales; el plasto parietal cubre sólo un cuarto de la periferia celular.

Esta especie ha aparecido en los cultivos procedentes de compost de noviembre de 1974 y de marzo de 1975.

*Chorella vulgaris* BEIJERINCK

BEIJERINCK, z. Bot. 48: 758, 1890 (n.v.). FOTT y NOVAKOVA en FOTT, St. en Phycol: 20- 21 Lam. I, figs. a- m, 1960. DESORTOVA, Arch. Hydrobiol. Suppl. 46, Algological Studies 10:144, Pl. V figs. 7 a 13, 1974.



Fig. 47 *Chorella vulgaris* BEIJERINCK

Células esféricas en estado adulto de 4.5 a 8 (10)  $\mu$  de diámetro. Pared celular delgada, ni gelatinizándose durante el proceso de autoesporulación y quedando en el medio rota en trozos regulares. Plasto parietal en forma de copa ocupando las tres cuartas partes de la periferia celular. Pirenoide siempre presente. Una o varias vacuolas; gránulos lipídicos.

Reproducción asexual por formación de 2 a 4, raramente 8 ó 16 autoesporas elipsoidales.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 2, 4, 6, 7, 10, 15, 16, 19, 21, 25, 27, 30 y 31.



*Chorella zoofingensis* DONZ

Ber. Schweiz. Bot. ges: 43, 1934 (n.v.). FOTT y NOVAKOVA en FOTT,  
St. in Phycol: 42, lám. XIII, pags. a y 1, 1969.

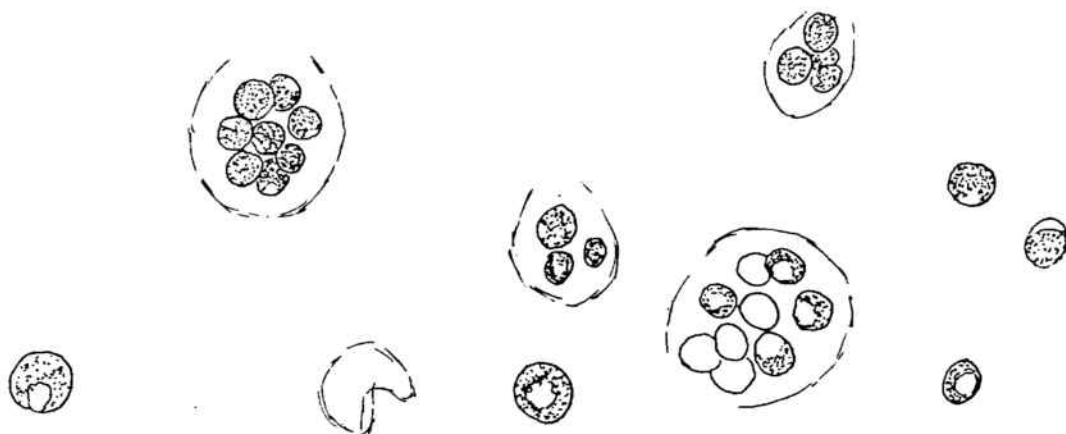


Fig. 48. *Chorella zoofingensis* DONZ.

Células solitarias esféricas, pared celular delgada persistente después de la autoesporulación; cloroplasto parietal, plano, ocupando más de las tres cuartas partes de la periferia celular; sin pirenoides ni vacuolas.

Las autoesporas miden de 2 a 5  $\mu$  de diámetro; las células vegetativas hasta 8  $\mu$  de diámetro y los esporangios, que pueden contener de 4 a 64 autoesporas, de 8 a 17  $\mu$  de diámetro.

Las células vegetativas en nuestros cultivos pueden presentarse algo mayores (10  $\mu$ ) y las colonias son puntiformes, abombadas y brillantes, de un verde intenso.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 2, 7, 9, 10, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

*Oocystis* sp.



Fig. 49 *Oocystis* sp.

Células solitarias o agrupadas de 2 a 4 en el interior de la célula madre, cuya membrana se encuentra dilatada después de la división. Redondeadas, elipsoidales o en forma de limón, en cuyo caso, se pueden observar, en algunos ejemplares jóvenes, los mamelones atravesados por un fino canalículo. Células de 8 a 15  $\mu$  de largo y 4 a 9  $\mu$  de ancho. Dos o más cloroplastos parietales, sin pirenoides.

En los cultivos directos procedentes de compost de noviembre de 1974 y de mayo de 1975 se han observado ejemplares incoloros.

Dadas las características observadas, esta especie ha de considerarse como perteneciente al género *Oocystis* NAGELI

*Monoraphidium* sp.

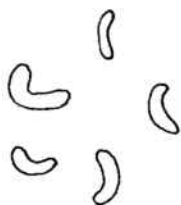


Fig. 50 *Monoraphidium* sp.

Células solitarias, en forma de huso curvado con los extremos redondeados, de 5 a 10  $\mu$  de largo por 2 a 3  $\mu$  de ancho. Membrana delgada, sin gelatina.

Protoplasma homogéneo en las células jóvenes y con gránulos al envejecer. Reproducción por autoesporas que después de su liberación quedan independientes.

Dadas las características observadas, esta especie ha de considerarse como perteneciente al género *Monoraphidium* LEGNEROVA

Esta especie ha sido encontrada en las muestras procedentes de compost de noviembre de 1974.

## FAM. SCENEDESMACEAE

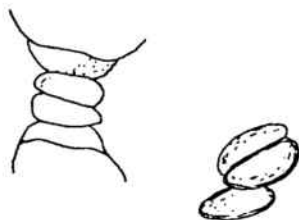
*Scenedesmus* sp.

Fig. 51 *Scenedesmus* sp. Cenobios irregulares inermes y con agujones.

Células elipsoidales de 8 a 12  $\mu$  de largo por 2.5 a 4  $\mu$  de ancho, reunidas de cuatro en cuatro, por sus ejes mayores, formando una colonia plana. Células marginales con agujones curvados.

Dadas las características observadas en esta especie, ha de considerarse como perteneciente al género *Scenedesmus* MEYEN

Esta especie se presentó muy abundante e incolora en los cultivos procedentes de compost de mayo de 1974, que sólo había sido sometido a fermentación al aire libre.

## FAM. COCCOMYXACEAE

*Coccomyxa minor* SKUJA

Symb. Bot. Upsal. 9, 3, 1948.

Fig. 52 *Coccomyxa minor* SKUJA

Células solitarias o bien agrupadas de dos en dos, la mayoría en forma de media luna curvada con los extremos redondeados, algunas veces un poco asimétricas, de 1.5 a 4  $\mu$  de largo y de 1 a 2  $\mu$  de ancho; membrana delgada, hialina, que no se gelifica; citoplasma homogéneo, cloroplasto parietal convexo sin pirenoide; núcleo en la parte vertical. Multiplicación por división vegetativa oblicua del protoplasma de la célula madre, que libera a las células hijas por desintegración o rotura de su membrana y por autoesporulación, librando de 2 a 8 autoesporas.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

*Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

Ber. Deutsch. Bot. Gesell V: 19, 1901 (n.v.). JAAG, Beitr. Kryptogamenflora, Schweiz.: 8, 1933. SKUJA, Simb. Bot. Upsal. 9: 3, 1948.



Fig. 53 *Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

Células elipsoidales que pueden ser delgadas y alargadas o ligeramente ovoidales de 2 a 4.5  $\mu$  de ancho por 8 a 10  $\mu$  de largo, pared delgada que puede gelatinizarse ligeramente. Cromatóforo lateral en forma de placa sin pirenoide. Difícil determinación de almidón.

Multiplicación por división vegetativa oblicua del protoplasma. Raramente transversal. Existe autoesporulación con formación de 2 a 4 autoesporas.

Nuestros ejemplares se parecían a *C. dispar*, pero eran de mayor tamaño y no se gelificaban las membranas.

Su característica era la gran variabilidad que presentaban, tanto en las colonias que crecían en el cultivo en bruto, como en los unialgales. Las algas que procedían del compost, con las que trabajamos en las primeras épocas de nuestro estudio, eran atípicas, mucho mayores de los márgenes establecidos, con el plasto fragmentado hasta en seis trozos y acúmulos de almidón que parecían pirenoides. La variabilidad de *Coccomyxa*, sobre todo al envejecer los cultivos, ya fue citada por CHODAT (1913), en otras especies del mismo género, en sus cultivos de gonidios de líquenes.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 9 y 14 y en cultivos de compost de mayo de 1974, de noviembre de 1974 y de marzo de 1975.

*Coccomyxa* sp.

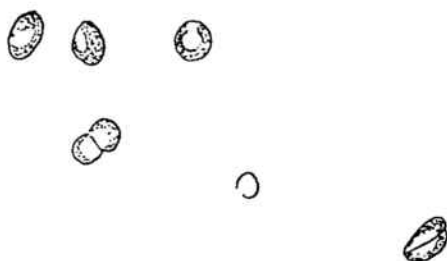


Fig. 54 *Coccomyxa* sp.

Células solitarias, ovoides un poco asimétricas. De 6 a 8  $\mu$  de largo por 3.5 a 5  $\mu$  de ancho; membrana delgada hialina que no se gelifica. Plasto parietal, convexo sin pirenoide, al envejecer se forman acúmulos de almidón, el plasto ocupa los dos tercios de la superficie de la membrana, más que en las otras especies. Núcleo central único. Multiplicación por división vegetativa oblicua del protoplasma de la célula madre. Autoesporulación formándose de 2 a 4 esporas.

Dadas las características observadas en esta especie, ha de considerarse como perteneciente a la sección *Choricystis*, de células solitarias, libres, sin gelatina, creada por SKUJA (1948) dentro del género *Coccomyxa* SCHMIDLE

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 8.

## FAM. ULOTRICHACEAE

*Chlorhormidium flaccidum* (A. BRAUN) FOTT

Preslia, 32, 1960 y Preslia, 43: 289- 303, 1971. PRINTZ, Sonderdruck aus Hydrobiologia, 24, 1- 3: 376, 1964, MASTOX y BOLD, Univ. Texas Publ. 6222: 31, 1962. RAMANATHAN, Ulotrichales: 81-83, 1964.

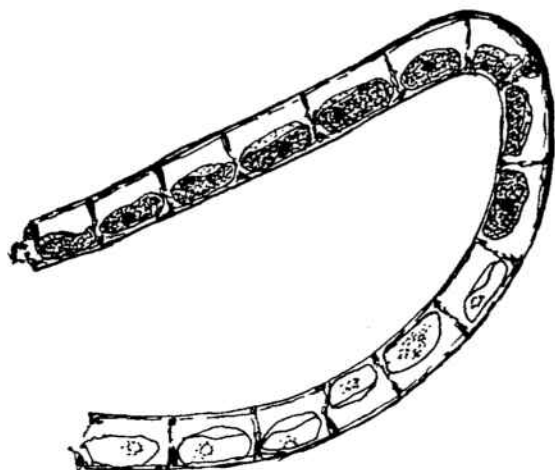


Fig. 55 *Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

Filamentos de longitud limitada, sin diferenciación entre base y apex, sin ramificaciones y sin vaina gelatinosa. Células de 5 a 14  $\mu$  de ancho y de 1 a 3 veces más largas. Cuando se encuentran en la fase exponencial de crecimiento, sólo de 1 a 1/2 veces más largas.

Plasto único, colocado lateralmente, plano y de bordes rectos, que ocupa desde la mitad hasta los tres cuartos de la luz celular. Un gran pirenoide. Núcleo opuesto al plasto. Reproducción vegetativa por disgregación del filamento en trozos de una o varias células. Zoosporas biflageladas sin estigma que se producen muy raramente. Ha sido citada la reproducción sexual (FOTT, 1960).

El tamaño de las células en nuestros cultivos no excede de 8  $\mu$  de anchura.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.



*Gloeotilopsis planctonica* IYENGAR y PHILIPOSE

Journ. Ind. Bot. Soc: 35, 1956. RAMANATHAN, Ulotrichales: 94- 95, 1964.

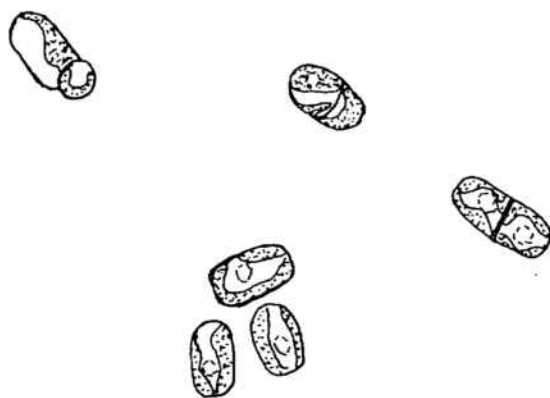


Fig. 56 *Gloeotilopsis planctonica* IYENGAR y PHILIPOSE

Filamentos muy cortos, sin vaina gelatinosa y constituidos por un pequeño número (1 a 16) de células cilíndricas con los bordes redondeados y dispuestos en fila simple sin ramificación. Las células tienen núcleo ; un plasto parietal en forma de manguito rodea casi completamente a la célula. Pirenoide bien visible.

Multiplicación por fragmentación, por aplanosporas y zoosporas biflageladas. Se forman hasta 8 zoosporas y aplanosporas por célula que son liberadas por rotura de la pared del esporociste. Este género sólo se citó en cultivos de suelo de la India.

En los cultivos brutos y unialgales se presentaron las células aisladas o unidas de dos en dos, cosa por otra parte típica de las filamentosas que se encuentran en el suelo, y la reproducción fue por fragmentación, en este caso bipartición.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 10.

*Heterotrichopsis viridis* IYENGAR y KANTHAMA

J. Indian bot. Soc. 20: 105, 1941. RAMANATHAN, Ulotrichales: 96- 97, 1964.

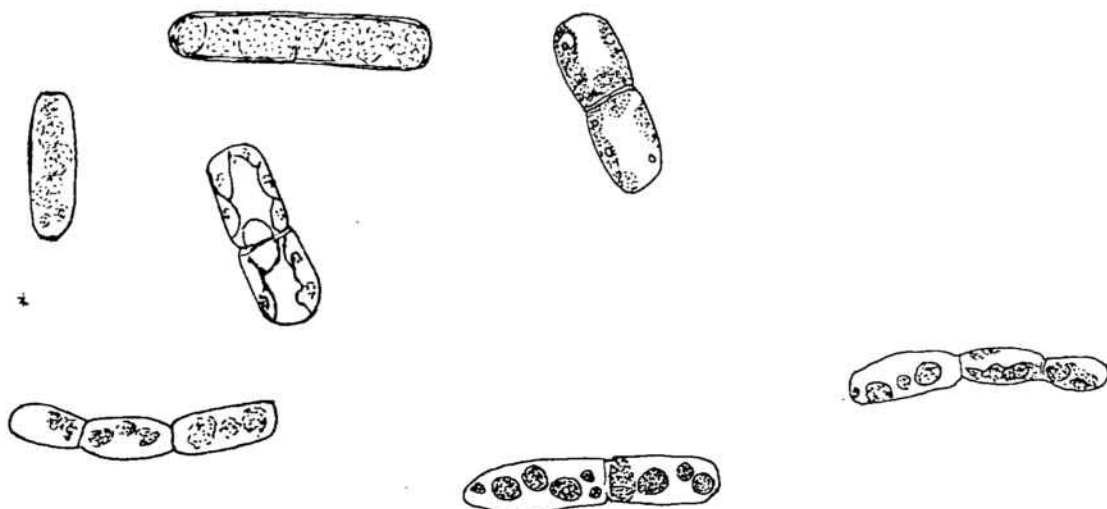


Fig. 57 *Heterotrichopsis viridis* IYENGAR y KANTHAMA

Filamentos de 1 a 4 células, no ramificados. Células de 6.2 a 8  $\mu$  de ancho y 15 a 33  $\mu$  de largo. Cada célula contiene un núcleo y uno o más cloroplastos parietales, de 1 a 8, normalmente 2 a 4, aumentando al envejecer.

Pared celular estrecha y uniforme. Multiplicación vegetativa por fragmentación de los filamentos al alcanzar 3 ó 4 células. Multiplicación asexual por aplanosporas. No han sido observados ni zoosporas ni gametos.

Nuestros ejemplares tienen la misma anchura y menos longitud, inclusive antes de la división, entre 12 y 20  $\mu$ .

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 4.

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAGELI

MATTOX y BOLD. The taxonomy of certain ulotrichacean algae, Univ. Texas, Publ. 6222: 36, 1962. RAMANATHAN, Ulotrichales: 92, 1964.



Fig. 58 *Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

Los filamentos pueden alcanzar una longitud equivalente a 50 células, aunque raramente sobrepasan las 10 células. Muchos se encuentran solitarios. Las células son cilíndricas, tienen un diámetro de 2.3 a 3.3  $\mu$  y son de 1 a 3 veces más largas que anchas, con polos redondeados y un cloroplasto plano parietal único, que rodea de la mitad a los tres cuartos de la luz de la célula y se extiende por toda o casi toda la longitud de la célula. Sin pirenoides.

No hay células especializadas o terminales distintas a las demás y no se reproducen en ningún caso por células móviles.

El único modo de reproducción es la división celular seguida de separación de las células hijas o la fragmentación de filamentos largos.

Los *Stichococcus* que hemos aislado del suelo han sido cultivados en las mismas condiciones descritas por MATTOX y BOLD (1962); tienen dimensiones variables, de 2 a 5  $\mu$  de ancho y de 5 a 13  $\mu$  de largo, más pequeñas o mayores que las citadas anteriormente y nunca se encuentran en filamentos de más de tres células, lo que se escapa de los límites de la especie. Las dimensiones corresponden a *Stichococcus mirabilis* LAGERHEIM (1887), pero difieren en el plasto, que en esta especie ocupa la mitad de la longitud de la célula y que en nuestra especie la abarca toda.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 25, 27, 29 y 30.

*Stichococcus chodati* (BIAL.) HEERING

MATTOX y BOLD, The taxonomy of certain ulotrichacean algae, Univ. Texas, Publ. 6222: 37, 1962. RAMANATHAN, Ulotrichales:89- 90, 1964.



Fig. 59 *Stichococcus chodati* (BIAL.) HEERING

Organismos generalmente aislados o en filamentos de 2 ó 3 células. Las células de esta alga son similares a *S. bacillares* pero difieren en el tamaño y forma de la célula. Tienen de 2 a 2.5  $\mu$  de diámetro y son de media a una veces más largas que anchas, siendo el contorno elipsoidal.

La morfología celular apenas varía con la edad y al envejecer aparecen gotitas de grasa. Las células viejas acumulan también almidón. El único método de reproducción es la división celular. No hay células móviles.

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 8.

## FAM. CHLOROSARCINACEAE

*Chlorosarcinopsis minor* (GERNECK) HERNDON

Amer. Jour. Bot. 45: 1958. CHANTANACHAT y BOLD, Univ. Texas Publ. 6218: 40, 1962.

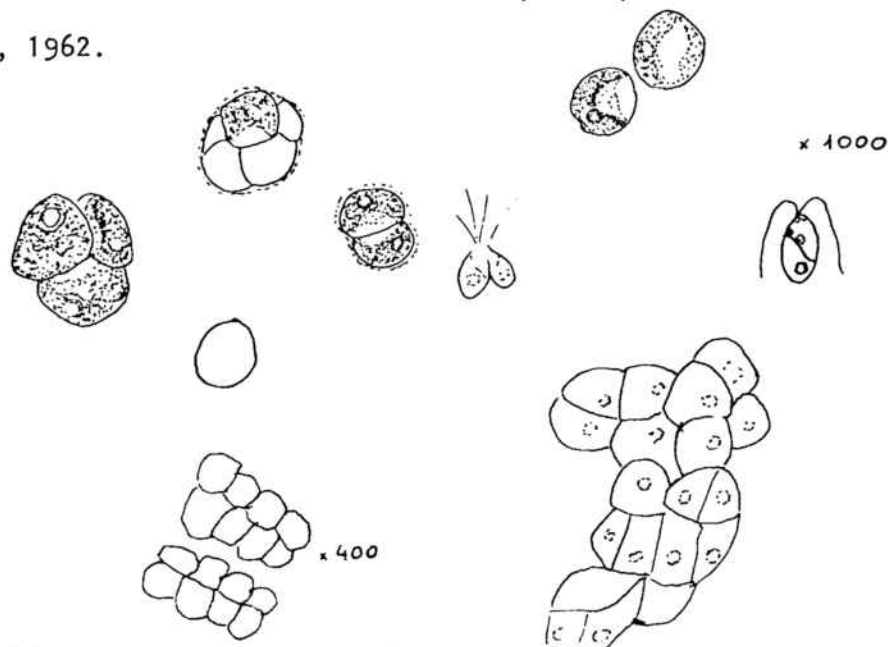


Fig. 60 *Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERNDON.

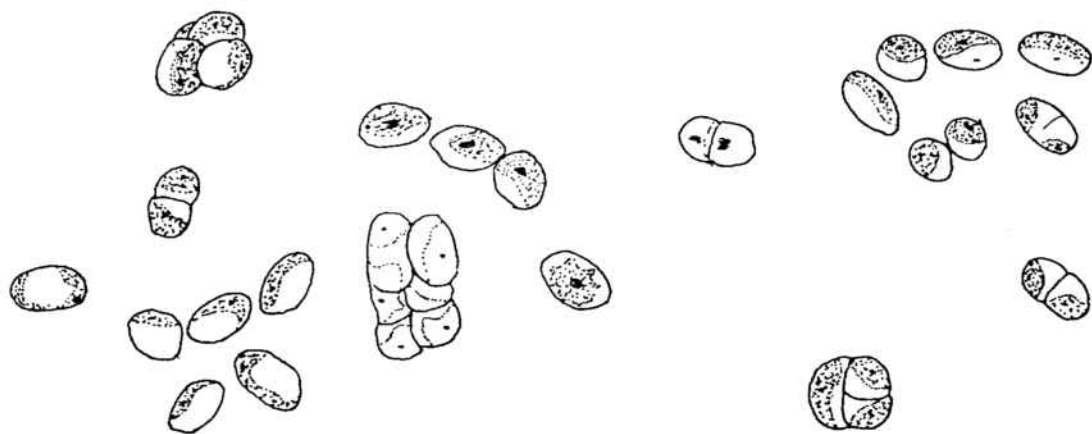
a) grupos de células vegetativas, b) zoosporas, c) gametos acoplándose.

Células vegetativas esféricas de diámetro raramente superior a 12  $\mu$ , solitarias o bien en grupos, quedando angulares por presión mutua. Pared delgada y plasto parietal que en las células jóvenes tiene una abertura en un lado. Un pirenoide excéntrico, o más, en células de cultivos viejos. Formación de zoosporas por sucesivas biparticiones del protoplasto, en número de 2, 4 u 8. Son ovoides o alargadas de 7 a 12  $\mu$  de largo por 3 a 5  $\mu$  de ancho, con dos flagelos de igual longitud, estigma anterior, plasto parietal y pirenoide, no siempre visible, con dos vacuolas contráctiles cerca del nacimiento de los flagelos. Las zoosporas sólo se forman en las primeras horas después del cambio de medio de cultivo y les desaparecen rápidamente los flagelos, las vacuolas contráctiles y el estigma, transformándose en células vegetativas. Hemos observado copulación de gametos, parecidos a zoosporas, no citado en la descripción de la especie.

La unión de los gametos se realiza por el polo anterior conservando los flagelos.

Esta especie ha sido encontrada en las muestras números: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 y 31, y en cultivos procedentes de compost de noviembre de 1974 y de marzo de 1975.

## FAM. CHAETOPHORACEAE

*Diplosphaera* s.p.Fig. 61 *Diplosphaera* s.p.

Células redondas de 4 a 5  $\mu$  de diámetro o alargadas de 5 a 6  $\mu$  de ancho por 6 a 10  $\mu$  de largo, aisladas o agrupadas después de la división vegetativa, de dos en dos o en paquetes cúbicos. Plasto parietal, ocupando la mitad de la luz celular con un pirenoide pequeño y visible. No hemos observado ni zoosporas y aplanosporas; al envejecer, la membrana se gelifica.

Dadas las características observadas, esta especie ha de considerarse como perteneciente al género *Diplosphaera* BIALOSUKNIA (1909, emend VISCHER, 1953 y 1960).

Esta especie ha sido encontrada en la muestra número 9.

## 4.2 LISTA DE ALGAS HALLADAS EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS

## MUESTRA n° 1

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.  
*Phormidium tenue* (MENEG) GOM.  
*Schizothrix arenaria* (BERK) GOM.  
*Heterococcus crassulus* VISCHER  
*Navicula minima* GRUN var. *atomoides* (GRUN) CLEVE.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR) GRUN.  
*Chlamydomonas* spp.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Coccomyxa minor* SKUJA  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 2

*Phormidium tenue* (MENEG) GOM.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR) GRUN.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Chlorella zoofingensis* DONZ.  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.



## MUESTRA n° 3

- Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.  
*Pinnularia borealis* EHR.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.  
*Chlamydomonas* spp.  
*Chlorococcum minutum* STARR  
*Trebouxia anticipata* AHMADJ.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Coccomyxa minor* SKUJA  
*Chloridium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 4

- Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.  
*Heterococcus crassulus* VISCHER  
*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.  
*Euglena* sp.  
*Chlamydomonas* spp.  
*Scourfieldia complanata* WEST

*Chlorococcum minutum* STARR

*Trebouxia anticipata* AHMADJ.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Heterotrichopsis viridis* IYENGAR y KANTHAMA

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

#### MUESTRA n° 5

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.

*Scytonema* cf. *javanicum* (KUTZ.) BORN. ex BORN. y FLAH.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Pinnularia borealis* EHR.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.

*Neochloris* cf. *conjuncta* ARCH.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.

## MUESTRA n° 6

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER  
*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.  
*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.  
*Trebouxia anticipata* AHMADJ.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Chlorella vulgaris* BEIJER.  
*Coccomyxa minor* SKUJA  
*Chlorohormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 7

*Synechocystis* sp.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.  
*Pinnularia borealis* EHR.  
*Trebouxia anticipata* AHMADJ.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Chlorella vulgaris* BEIJER.  
*Chlorella zoofingensis* DONZ.  
*Chlorohormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacillaris* MAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 8

*Microcystis pulverea* (WOOD) FORTI

*Synechocystis* s p.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Navicula graciloides* MAYER

*Pinnularia borealis* EHR.

*Euglena* sp.

*Chlamydomonas* cf. *megalis* BIS y BOLD.

*Trebouxia anticipata* AHMADJ.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Tetracystis* sp. 2

*Coccomyxa* sp.

*Chloohormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Stichococcus chodati* (BIAL) HEERING

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 9

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Navicula contenta* GRUN. forma *biceps* (ARNOTT) GRUN.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Euglena* sp.

*Chlorococcum* cf. *ellipsoideum* DEASON y BOLD

*Neochloris* cf. *conjuncta* ARCH.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Tetracystis* sp.2

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Diplosphaera* sp.

#### MUESTRA n° 10

*Synechococcus lividus* COPEL.

*Cyanothece* cf. *aeruginosa* (NAG.) KOMAREK

*Oscillatoria* cf. *ornata* KUTZ. ex GOM.

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.

*Oscillatoria claricentrosa* GARDNER

*Phormidium fragile* (MENEG.) GOM.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Symphyothrix termalis* KUTZ.

*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT

*Microchaete* sp.

*Heterococcus crassulus* VISCHER

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Chlorococcum minutum* STARR

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Gloeotilopsis planctonica* IYENGAR y PHILIPOSE

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

## MUESTRA n° 11

*Bracteacoccus* cf. *grandis* BIS. y BOLD

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 12

*Synechococcus lividus* COPEL.

*Synechocystis aquatilis* SAUV.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Pinnularia borealis* EHR.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Bracteacoccus* cf. *grandis* BIS. y BOLD

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 13

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Pinnularia borealis* EHR.

*Bracteacoccus* cf. *grandis* BIS. y BOLD

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

#### MUESTRA n° 14

*Microcystis pulverea* (WOOD) FORTI

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER

*Lyngbya lagerheimii* (MOB.) GOM.

*Lyngbya cryptovaginata* SCHKORBATOW

*Schizothrix arenaria* (BERK) GOM.

*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT

*Nostoc ellipsoforum* (DESM.) RABENH. ex BORN. y FLAH.

*Heterococcus crassulus* VISCHER

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Navicula contenta* GRUN. forma *biceps* (ARNOTT) GRUN.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Euglena* sp.

*Chlorococcum* cf. *ellipsoideum* DEASON y BOLD

*Trebouxia anticipata* AHMADJ.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Tetracystis* sp. 1

*Tetracystis* sp. 2

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccoomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

MUESTRA n° 15

*Microcystis pulverea* (WOOD) FORTI  
*Cyanothece* cf. *aeroginosa* (NAG.) KOMAREK  
*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER  
*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT  
*Nostoc piscinale* KUTZ.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides*  
*Navicula contenta* GRUN. forma *biceps* (ARNOT) GRUN.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Euglena* sp.  
*Scourfieldia complanata* WEST  
*Chlorococcum minutum* STARR  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Tetracystis* sp. 1  
*Tetracystis* sp. 2  
*Chlorella vulgaris* BEIJER.  
*Chlorella zoofingensis* DONZ.  
*Coccoomyxa minor* SKUJA  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.



## MUESTRA n° 16

*Lyngbya cryptovaginata* SCHKORBATOW

*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Navícula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Trebouxia anticipata* AHMADJ.

*Bracteacoccus* cf. *grandis* BIS. y BOLD

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 17

*Heterococcus crassulus* VISCHER

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 18

*Synechocystis* s.p.

*Cyanothece* cf. *aeruginosa* (NAG.) KOMAREK

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Cylindrospermum alatosporum* FRITSCH

*Anabaena variabilis* KUTZ. ex BORN. y FLAH. var. *ellipsospora* FRITSCH

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.

*Melosira* sp.

*Caloneis* sp.

*Navicula cryptocephala* KUTZ.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.

*Chlamydomonas* spp.

*Scourfieldia complanata* WEST

*Neochloris* cf. *conjuncta* ARCH.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

#### MUESTRA n° 19

*Synechocystis* s.p.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Chlamydomonas* spp.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 20

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 21

*Synechocystis* s.p.

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Pinnularia borealis* EHR.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.

*Chlorococcum minutum* STARR

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 22

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Nostoc piscinale* KUTZ.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.  
*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.  
*Pinnularia borealis* EHR.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Chlorella zoofingensis* DONZ.  
*Coccomyxa minor* SKUJA  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 23

*Synechocystis* s.p.  
*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.  
*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.  
*Nostoc punctiforme* (KUTZ.) HARIOT  
*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.  
*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.  
*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.  
*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.  
*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA  
*Chlorella zoofingensis* DONZ.  
*Coccomyxa minor* SKUJA  
*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT  
*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 24

*Synechococcus lividus* COPEL.

*Synechocystis* s.p.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

## MUESTRA n° 25

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Nostoc comune* VAUCHER ex BORN. y FLAH.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 26

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Nitzschia filiiformis* (W. SMITH) HUST.

*Euglena* sp.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 27

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacillaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 28

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 29

*Synechocystis* s p.

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Navicula minima* GRUN. var. *atomoides* (GRUN.) CLEVE.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

## MUESTRA n° 30

*Pinnularia borealis* EHR.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Chlorococcum minutum* STARR

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Stichococcus* cf. *bacilaris* NAG.

## MUESTRA n° 31

*Oscillatoria amoena* (KUTZ.) GOM.

*Phormidium tenue* (MENEG.) GOM.

*Nostoc piscinale* KUTZ.

*Navicula atomus* (NAEG.) GRUN.

*Hantzschia amphioxys* (EHR.) GRUN.

*Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA

*Chlorella vulgaris* BEIJER.

*Chlorella zoofingensis* DONZ.

*Coccomyxa minor* SKUJA

*Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.



## COMPOST

Mayo 1974 (5 muestras)

*Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

*Scenedesmus* sp.

Noviembre 1974 (20 muestras)

*Chlorella minutissima* FOTT y NOV.

*Oocystis* sp.

*Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

*Monoraphidium* sp.

Marzo 1975 (10 muestras)

*Chlorella minutissima* FOTT y NOV.

*Oocystis* sp.

*Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE

*Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.

### 4.3 INVESTIGACIONES CUALITATIVAS

En todos los cultivos de suelo encontramos algas. En las muestras procedentes de una misma localidad hallábamos, según los tipos de cultivo, un número distinto de especies algales y esta diferencia podía incluso observarse en las diversas placas procedentes de una misma siembra.

En las placas y erlenmeyers en los que realizábamos los cultivos de enriquecimiento, procedentes del compost, no era constante el crecimiento de algas.

Damos como presentes, en los inventarios, el total de especies algales que observamos en el conjunto de cultivos, procedentes de todas las tomas de muestras de una misma localidad.

En ninguna de las estaciones estudiadas hemos observado biodermas algales que son costras de pocos milímetros de espesor formadas por una mezcla de algas filamentosas y unicelulares.

El total de especies distintas halladas fue de 62, pertenecientes a 40 géneros, repartidas:

- 14 géneros de *Cyanophyta* con 23 especies.
- 1 género de *Xantophyta* con 1 especie.
- 6 géneros de *Bacillariophyta* con 10 especies.
- 1 especie del género *Euglenophyta*.
- 18 géneros de *Chlorophytas* con 27 especies.

De ellas son citas nuevas para España los:

Géneros:

*Synechocystis*  
*Cyanothece*  
*Symphyothrix*  
*Microchaete*  
*Heterococcus*  
*Neocloris*  
*Trebouxia*  
*Bracteacoccus*  
*Tetracystis*  
*Chlorohormidium*  
*Gloeotilopsis*  
*Heterotrichopsis*

*Chlorosarcinopsis*

*Diplosphaera*

Especies:

*Synechocystis aquatilis*

*Cyanothece* cf. *aeruginosa*

*Oscillatoria* cf. *ornata*

*Oscillatoria claricentrosa*

*Lyngbya lagerheimii*

*Symphothyrix termalis*

*Nostoc punctiforme*

*Nostoc piscinale*

*Nostoc ellipsosporum*

*Scytonema* cf. *javanicum*

*Heterococcus crassulus*

*Navicula graciloides*

*Nitzschia filiformis*

*Chlamydomonas* cf. *megalix*

*Scourfieldia complanata*

*Chlorococcum* cf. *ellipsoideum*

*Chlorococcum* cf. *minutum*

*Neochloris* cf. *conjuncta*

*Trebouxia anticipata*

*Bracteacoccus minor*

*Bracteacoccus* cf. *grandis*

*Chlorella minutissima*

*Chlorella zoofingensis*

*Coccomyxa* cf. *dispar*

*Chlorhormidium flaccidum*

*Gloeotilopsis planctonica*

*Heterotrichopsis viridis*

*Stichococcus chodati*

*Chlorosarcinopsis minor*

Variedad:

*Anabaena variabilis* var. *ellipsopora*

Muchas de las algas azules que hemos encontrado son vulgares o poco representativas, citadas en estanques efímeros o aguas contaminadas, en comunidades relativamente pobres en especies, que, en con-

diciones favorables, producen poblaciones abundantes en pocos días y tienen mecanismos de resistencia a las condiciones adversas, perduran- do largo tiempo (Margalef, 1951, 1958, 1976; González G. 1943).

En este trabajo las algas edáficas de medios ácidos se caracterizan por la total ausencia de *Zygophyceae*, y escasez de *Xantophyceae* (1) y de *Volvocales* (1).

La abundancia de nuevas citas de géneros en las algas verdes es debida al nulo esfuerzo investigador que ha habido en España, hasta ahora, en este campo y a la gran cantidad de descripciones de nuevos géneros, del hábitat terrestre en India y USA, principalmente. También ha habido un gran desarrollo en la URSS, pero la bibliografía rusa a que hemos tenido acceso es escasa y casi siempre en forma de resúmenes en otro idioma más accesible o en traducciones no especializadas.

La observación se hizo directamente sobre el suelo humedecido y en los cultivos directos y unialgales.

#### 4.3.1 OBSERVACIÓN SOBRE EL SUELO HUMEDECIDO

Sobre el suelo, humedecido con agua o medio mineral básico y mantenido en el interior de placas de Petri en condiciones normalizadas, proliferan abundantemente dos o tres especies de clorofíceas con el plasto en forma de copa, además de *Bracteacoccus* y *Chlorhormidium*. Las algas azules no llegan a hacerse visibles excepto las filamentosas del tipo *Phormidium*. También encontramos diatomeas vivas y frústulos vacíos o con el plasto retraído, mucho más abundantes de lo que permite suponer el número de colonias halladas en los cultivos, por ejemplo *Pinnularia borealis* sólo ha aparecido como cadáver, por lo que suponemos que los medios empleados y las formas de cultivo no son favorables a su crecimiento. Es probable también que ciertas formas de resistencia sean inhibidas por el proceso de enriquecimiento.

Este procedimiento facilita la reproducción sobre los granos de tierra de colonias algales y en algunos casos es válido para organismos que se encuentren en fase quiescente. Permite relacionar las características de las algas encontradas en los cultivos unialgales con las de las mismas en condiciones naturales, por preservarse el entorno físico y biológico.

El aislamiento directo, a partir de la tierra humedecida, es útil para organismos que forman agrupaciones visibles a la lupa binocular, lo que permite recogerlos con un asa y resemebrarlos. No nos ha sido posible obtener ningún cultivo unialgal por este procedimiento, pues en las resiembras, siempre aparecían otras algas además o en vez de las que creíamos haber aislado.

#### 4.3.2 CULTIVOS DIRECTOS EN MEDIOS SOLIDOS

El crecimiento sobre el agar, en forma de puntos o de manchas más o menos extendidas, era visible macroscópicamente a partir de las dos semanas, pero hasta las ocho semanas era posible el hallazgo de nuevas colonias, sobre todo de algas azules. Pasado este periodo no observamos ninguna especie nueva.

Las primeras algas que aparecían en estos cultivos, sobre agar, eran las *Chlorococcales* y *Coccomyxa* y también en algunas muestras las *Ulotricales* representadas por *Stichococcus* y *Chlorhormidium*, siendo las de mayor tardanza las azules, excepto *Phormidium* que tiene un desarrollo precoz, comparable al de las algas verdes. A pesar de su escasa representación, las cianofíceas crecen mejor en medios sólidos que líquidos.

Las muestras procedentes de compost eran las que tenían mayor lentitud en su crecimiento y entre ellas la más tardía fue *Oocystis*, no apareciendo en ningún caso algas azules.

El número de especies distintas en los cultivos en medios sólidos era mayor que los del mismo inóculo en medio líquido, sobre todo en lo tocante a cianofíceas, teniendo además la ventaja de quedar las colonias aisladas.

#### 4.3.3 CULTIVOS DIRECTOS EN MEDIO LIQUIDO

En los erlenmeyers con medio líquido, sembrados con suelo o inóculo, procedentes de los cultivos de enriquecimiento, aparecía el crecimiento en la zona de contacto de la pared con el líquido, en el fondo del frasco, como un enturbamiento irregular y también en forma de delgada película superficial.

En la observación microscópica de porciones de líquido, no aparecían nuevas especies después de las 6 a 8 semanas. Encontramos menor número de especies que sobre agar, quizá por tener el medio líquido una selectividad negativa o por incompatibilidades de las algas entre ellas.

En este medio, las algas verdes eran las más abundantes, principalmente *Bracteacoccus minor* y *Chlorhormidium*. Esta última, por ser filamentosa, formaba flores de agua.

En las resiembras de pequeñas cantidades del líquido sobre agar aparecían algas, que no observábamos en el erlenmeyer original, pero sí en las placas de Petri de los cultivos en medios sólidos de la misma muestra.

Entre las cianofíceas sólo las *Nostoc* tenían buen crecimiento, formando glomérulos, lo que permitía diferenciarlas de *Anabaena*. Su escasa presencia puede ser debida a un crecimiento más lento o a fenómenos de inhibición por parte de las algas verdes (Krzywicka y Krupa, 1975). Tampoco pudimos localizar diatomeas en los cultivos en medio líquido.

*Heterococcus crassulus*, única especie perteneciente a las Xantophyceae, creció siempre bien en las resiembras sobre medio sólido, pero en medio líquido se fragmentaba, siendo imposible, en estas condiciones, su determinación.

#### 4.3.4 CULTIVOS UNIALGALES

La observación de las colonias obtenidas, a partir de los cultivos directos, nos ha permitido el estudio a nivel de género de muchas algas, pero para la confirmación y la determinación de las especies, es necesario el estudio de los ciclos de vida, por lo que deben obtenerse las especies en cultivos unialgales.

El aislamiento de especies en cultivos unialgales, por repicado, se intentó en todos los casos con resultados muy diversos.

Las algas azules fueron las más difíciles de cultivar. Cuando el crecimiento era visible sobre la placa de agar sembrábamos sobre el mismo medio. Sólo logramos éxito en los cultivos sobre agar de *Phormidium tenue*, *Cylindrospermum alatosporum* y de todos los *Nostoc*. En los otros casos, si el inóculo era grande, no nos era posible separarlo de las bacterias, que lo destruían. Los intentos de sembrar un único trozo de filamento o células aisladas u hormogonios descontaminados por medio de lavados con sustancias químicas antibacterianas y antifúngicas no nos dieron resultado, pues el inóculo, o crecía contaminado o no crecía,

Los cultivos unialgales de diatomeas, de los géneros *Hantzschia* y *Navicula* crecían bien durante las dos o tres primeras semanas, posteriormente morían, sin dar resultado las resiembras del mismo material, antes de la degeneración. No se conocen bien las condiciones de cultivo para estos tipos de algas.

Los cultivos unialgales de las algas verdes, parte principal de la sistemática y necesarios para seguir el ciclo de vida, no presentaron grandes dificultades. No obstante, no logramos el cultivo libre de bacterias excepto en los casos de *Bracteacoccus minor*, *Coccomyxa minor* y *Chlorella zoofingensis*.

#### 4.4 INVESTIGACION CUANTITATIVA

La investigación cuantitativa de las algas del suelo es ambigua y se deben considerar las condiciones ambientales, la observación directa y los resultados de los recuentos.

La observación directa del material tendría que darnos una imagen clara de la existencia, cantidad y clases de algas, pero dado su pequeño tamaño es muy difícil localizarlas, salvo en los casos de desarrollo en masa. Además, se encuentran en estadíos en los que son inclasificables, por lo que hay que recurrir a cultivos para su estudio.

Pandey (1965) compara, en campos de arroz, las relaciones entre la observación directa y los resultados de los cultivos. De su trabajo se deduce que la flora algal del cultivo coincide con la del medio ambiente, aunque se distorcionan las frecuencias relativas. Formas frecuentes pueden no aparecer en el cultivo y otras raras presentarse en gran abundancia.

Las colonias, o sea lo que contamos, pueden proceder de propágulos viables, células vegetativas, trozos de filamentos, acinetos u hormogonios en las cianofíceas y de esporangios, células aisladas, trozos de filamentos, zigotos o de todos los tipos de esporas aislados o agrupados, móviles o no en las algas verdes.

Es probable, además, que células viables no crezcan por la técnica de cultivo empleada. Entre ellas, las diatomeas que son abundantes en la observación directa.

Las algas de capas profundas son las mismas que las de la superficie disminuyendo en cantidad y heterogeneidad. Crecen mejor las cianofíceas en las capas de -10 cm y se encuentran más algas verdes en la siembra de superficie en primavera y otoño.

#### RESULTADOS DE LA INVESTIGACION CUANTITATIVA

El número de colonias algales en las tres placas procedentes de las mismas series y profundidad fue similar, excepto en la de superficie de junio de 1977, en la que los resultados fueron muy dispares: 230- 290 y 830 colonias por gramo, respectivamente. Tomamos en todos los casos la media aritmética, entre las placas.

Número de algas de suelo por gramo en distintas épocas del año y a distintas profundidades.

Profundidad cm	Dbre. 76	Marzo 77	Junio 77	Sepbre. 77
2	270	680	450	390
10	200	230	210	160
30	60	20	60	70

Cuadro n° 1

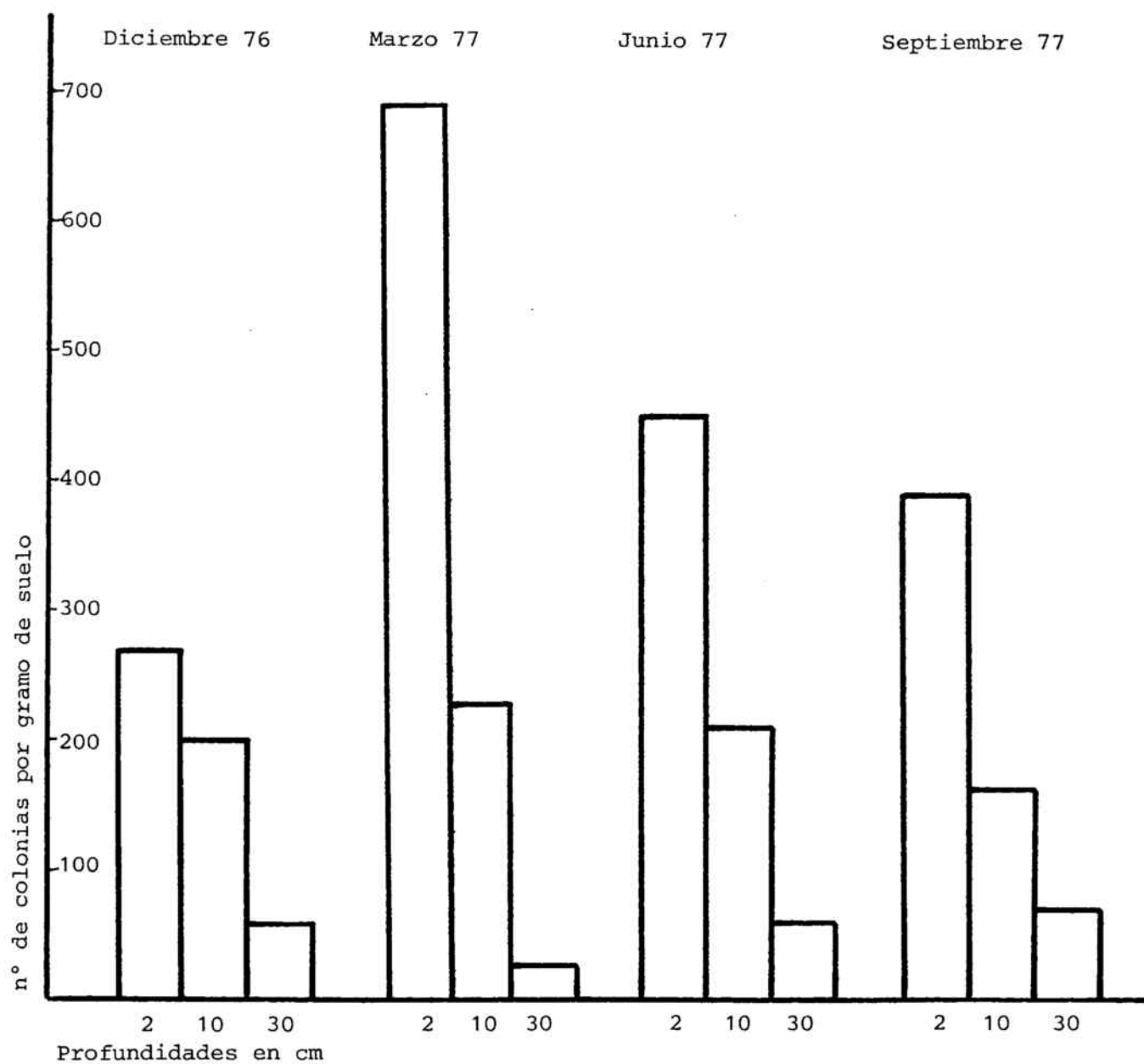
Nuestros datos son considerablemente inferiores a los dados por otros autores en zonas distintas (ver introducción).

La cantidad de algas presentes y su distribución en el perfil del suelo, están sujetas a la influencia de los factores climáticos, encontrándose los máximos en marzo en superficie. Es de resaltar que en la capa de -10 cm la cantidad total se mantiene casi constante.

La relativa constancia en el número total de algas en las capas inferiores puede ser debida a la mayor regularidad de las condiciones de humedad y temperatura en estas capas subyacentes del suelo, en el que se pueden refugiar formas viables o de resistencia.



Variaciones estacionales del número de algas a diversas profundidades.



Taxonomía a nivel de género de 100 colonias procedentes de una placa de setiembre de 1977, de profundidad -10 cm (investigación cuantitativa). Observación microscópica.

#### Número de colonias

<i>Synechococcus</i> sp.	2
<i>Cyanothece</i> sp.	7
<i>Phormidium</i> sp.	30
<i>Oscillatoria</i> sspp.	5
<i>Nostoc</i> sp.	20
<i>Navicula</i> sspp.	3
<i>Hantzschia</i> sp.	3
<i>Heterococcus</i> sp.	3
<i>Chlorococcum</i> sp.	4
<i>Chlorella</i> sp.	6
<i>Gloeotilopsis</i> sp.	6
<i>Chlorhormidium</i> sp.	7
<i>Stichococcus</i> sp.	4

Porcentaje total de colonias de:

Cianofíceas	64 %
Xantofíceas	3 %
Clorofíceas	27 %
Diatomeas	6 %

#### 4.5 EFEECTO ESTACIONAL

De diciembre de 1975 a noviembre de 1977 se recogieron muestras en Collcerola en lugares muy próximos entre sí 21 a 31. En esta zona el total de especies halladas fue de 21, pertenecientes:

7 cianofíceas

5 diatomeas

9 clorofíceas

El total de especies y las épocas de aparición están recogidas en la tabla nº 1.

Se encuentran como constantes durante los dos años de muestreo *Bracteacoccus minor*, *Chlorella zoofingensis*, *Coccomyxa minor* y *Chlorhormidium flaccidum*. A estas podemos añadir como fijas *Chlorosarcinopsis minor* y *Hantzschia amphioxys*. En la observación directa no se encuentran, pero aparecen en los cultivos de enriquecimiento.

Como formas esporádicas en la sierra de Collcerola tenemos *Synechococcus lividus*, *Nostoc comune* y una *Euglena*, que sólo han aparecido una vez. Hemos encontrado en dos tomas *Chlorococcum minutum* y *Nostoc punctiforme*. Las restantes especies algales se mantienen con fluctuaciones de presencia que no podemos atribuir a condiciones estacionales, por no presentarse según una curva de periodo anual.

Tabla n° 1

Número de muestra	21 XII-75	22 I-76	23 II-76	24 III-76	25 V-76	26 VII-76	27 X-76	28 XI-76	29 I-77	30 IV-77	31 XI-77
<i>Synechococcus lividus</i>				X							
<i>Synechocystis</i> s.p.	X		X	X					X		
<i>Oscillatoria amoena</i>	X		X								X
<i>Phormidium tenue</i>	X	X	X	X	X						X
<i>Nostoc comune</i>					X						
<i>Nostoc piscinale</i>	X	X			X			X	X		X
<i>Nostoc punctiforme</i>	X		X								
<i>Navicula minima</i> var. <i>atomoides</i>	X	X	X		X	X	X	X	X		
<i>Navicula atomus</i>		X	X	X	X	X			X		X
<i>Pinnularia borealis</i>	X	X								X	
<i>Hantzschia amphioxys</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Nitzschia filiformis</i>	X	X	X	X		X					
<i>Euglena</i> s.p.						X					
<i>Chlorococcum minutum</i>	X									X	
<i>Bracteacoccus minor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorella vulgaris</i>	X				X		X			X	X
<i>Chlorella zoofingensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coccomyxa minor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chlorhormidium flaccidum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stichococcus bacillaris</i>					X		X	X	X	X	
<i>Chlorosarcinopsis minor</i>	X	X	X		X	X	X	X	X		X

Variación de la composición de la flora algal de Collcerola en distintas épocas.

#### 4.6 DISTRIBUCION EN PROFUNDIDAD

Según los datos de la tabla n° 2 se deduce que al aumentar la profundidad disminuye el número de especies distintas. La mayor heterogeneidad se encuentra en la zona inmediatamente inferior a la superficie, entre los 0 y -4 cm con 15 especies distintas, disminuyendo al aumentar la profundidad; entre los 4 y los 20 cm aparece una *Euglena* que no habíamos hallado en superficie pero desaparecen las diatomeas, *Synechocystis* sp. y 2 clorofíceas. En el horizonte B entre los 20 y 40 cm han aparecido en los cultivos 5 especies de algas verdes, que son las más resistentes a diversas condiciones y sólo hay un alga verde filamentosa, *Chlorhormidium flaccidum*, entre los 40 y 50 cm de profundidad.

Debido al método de enriquecimiento empleado en los cultivos no podemos saber si las algas halladas se encontraban en fase vegetativa o como formas de resistencia.

Tabla n° 2

Horizonte	A <sub>0</sub>	A + B	B	B
Profundidad	0 - 4 cm	4 - 20 cm	20-40 cm	40-50 cm
<i>Microcystis pulverea</i>	X	X		
<i>Synechocystis</i> s.p.	X			
<i>Navicula minima</i>	X			
<i>Navicula atomus</i>	X			
<i>Navicula graciloides</i>	X			
<i>Pinnularia borealis</i>	X			
<i>Euglena</i> s.p.		X		
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>megalix</i>	X			
<i>Trebouxia anticipata</i>	X	X		
<i>Bracteacoccus minor</i>	X	X	X	
<i>Tetracystis</i> s.p. 2	X	X	X	
<i>Coccomyxa</i> s.p.	X	X	X	
<i>Chlorhormidium flaccidum</i>	X	X	X	X
<i>Stichococcus</i> cf. <i>bacillaris</i>	X	X	X	
<i>Stichococcus chodati</i>	X			
<i>Chlorosarcinopsis minor</i>	X	X		

Distribución de las especies en función de la profundidad.

#### 4.7 EFFECTO ESTACIONAL SOBRE LA HETEROGENEIDAD ESPECIFICA Y ABUNDANCIA

La disponibilidad estacional de elementos que tanto afecta a los ciclos de aparición de las algas acuáticas, no parece influir en las edáficas, en las que la variación estacional de la abundancia parece depender de la temperatura y de la humedad.

En los recuentos realizados en las cuatro estaciones en la muestra n° 10 (cuadro n°1) hemos hallado el mayor número de colonias algales procedentes de 1 g de suelo en marzo y los mínimos en diciembre.

Según Pandey (1965) en condiciones naturales, las estaciones tienen un marcado efecto sobre la abundancia y diversidad de las algas, con máximos en primavera y otoño y mínimos en junio, pero en el laboratorio, esto tiene aparentemente menor importancia, aunque las algas se encuentran en los cultivos antes de los máximos de aparición en los arrozales. También indica que las fluctuaciones estacionales hacen aparecer un máximo de algas azules en verano y verdes en invierno, pero en los cultivos no se observa la diferencia. Según Lewin (1962) las euglenas y diatomeas son abundantes en primavera y las cianofíceas en verano y otoño.

La aparición de crecimiento en nuestros cultivos de enriquecimiento es más rápida en primavera y finales de otoño, lo que puede correlacionarse con una mayor abundancia en el suelo o con formas que ya se encuentren en la fase exponencial de crecimiento, por lo que resulta más fácil su cultivo. También las resiembras y aislamientos tienen más éxito en marzo y mayo. Pero en otras épocas, estas algas, aunque se encuentren en estado quiescente o como formas de resistencia también aparecen en los cultivos.

Las algas azules, poco abundantes en el medio ácido, tienen un buen desarrollo en el cultivo de enriquecimiento, sobre todo si este se mantiene en condiciones de escasa luminosidad y puede llegar a invadir todo el cultivo una especie, procedente de una única colonia, que a su vez puede proceder de una forma de resistencia. Esto es un fallo del método aunque en los casos en que se han hecho estudios paralelos (Singh 1939, Pandey 1965) se ha demostrado que la presencia de algas en los cultivos se correlaciona bien con la existencia de las mismas en el medio.

En los cultivos de Collcerola, muestras números 21 a 31 (tabla n° 1 ) se observa una disminución del número de especies en agostos, octubre y noviembre de 1976, pero también en abril de 1977, en que el número de especies, según la bibliografía, tendría que ser más abundante. Esta serie de muestras (abril 1977) se recogieron después de una alluvia abundante, *Chlorhormidium flaccidum* se encontraba a simple vista, así como gran cantidad de protonemas de musgos, que por disminuir el aporte de nutrientes y reducir la intensidad de la luz, que llega ya escasa a través de la maquia mediterránea, pueden ser los responsables de la disminución de la heterogeneidad.



#### 4.8 RELACIONES DE LAS ALGAS CON EL pH Y LA MATERIA ORGANICA

Las algas azules son escasas excepto en la muestra número 10, que tiene el pH más alcalino del grupo. Este dato corrobora la bibliografía existente (ver introducción) de la preferencia de las algas azules por los pHs básicos.

A pH debajo de 6 se encuentran escasas cianofíceas. *Phormidium tenue* y *Nostoc comune* han aparecido en la muestra número 3. *Myrocystis pulverea* y *Synechocystis* sp. en la 8. *Synechococcus lividus* y *Synechocystis aquatilis* en la 12. Todas ellas a pHs entre 5 y 6. A pHs por debajo de 5 no hay ninguna cianofícea citada en la literatura, no obstante, en la muestra número 13 con un pH de 4,9 hemos encontrado *Phormidium tenue* y *Nostoc piscinale*.

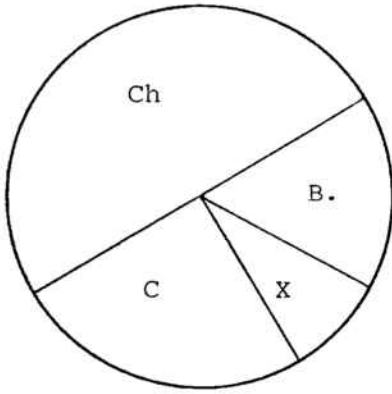
En otras muestras son irregulares las proporciones de los diversos grupos. En las páginas siguientes se hallan representados de forma gráfica los porcentajes de cianofíceas, clorofíceas, diatomeas y xantofíceas en cada una de las estaciones, tomando el conjunto de muestras de Colliçerola como un todo.

Hay un conjunto de muestras, las 11, 20 y las procedentes de compost que, sin tener un pH particularmente ácido, 6,78 en promedio, sólo presentan crecimiento de clorofíceas. El punto de contacto que presentan estas muestras es el elevado contenido de materia orgánica. Esto nos hizo pensar en la correlación de este dato con la presencia de las distintas clases de algas. Por ello efectuamos las gráficas correspondientes a las relaciones entre grupos algales y número total de especies de algas con el pH y la materia orgánica, calculando las correspondientes rectas de regresión (figuras de rectas de regresión). Quizá por no haber elegido la curva adecuada, el coeficiente de regresión, que mide la intensidad de la relación entre dos variables dadas es muy bajo. No obstante, comparando materia orgánica con ausencia de cianofíceas y disminución del número total de algas el coeficiente es más alto que para los mismos datos, relacionados con la disminución de pH.

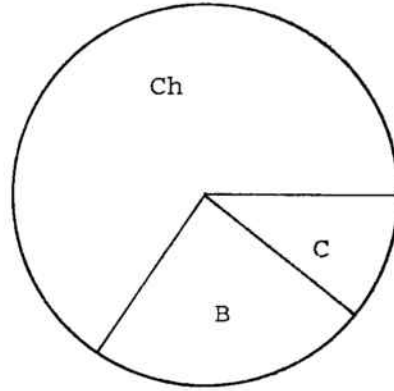
Los resultados pueden ser poco claros debido a la presencia de organismos polisaprobios que crecen bien en presencia de materia orgánica.

PORCENTAJE DE LOS GRUPOS ALGALES EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS

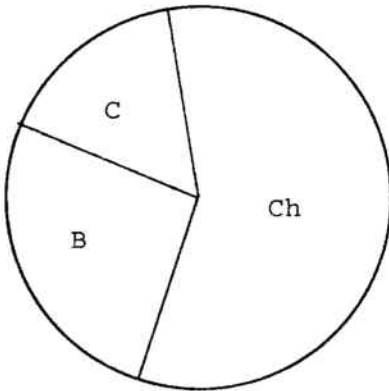
Muestra n° 1



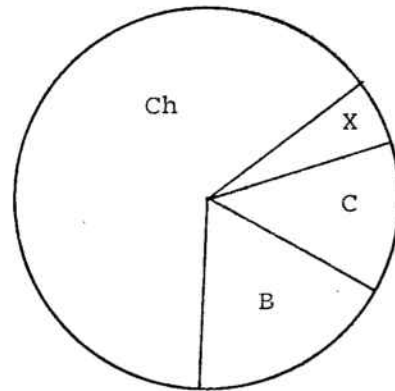
Muestra n° 2



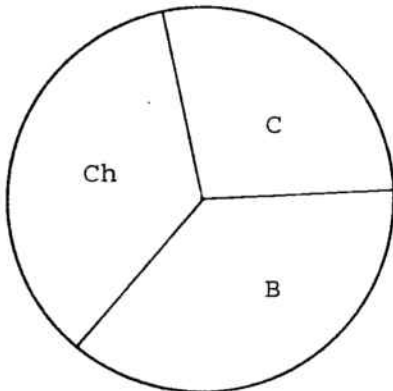
Muestra n° 3



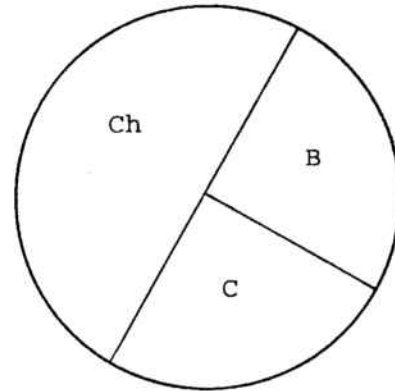
Muestra n° 4



Muestra n° 5



Muestra n° 6

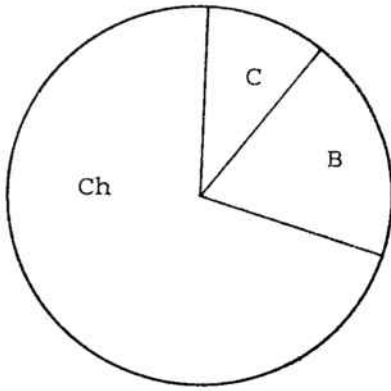


C = Cyanophyta  
Ch = Chlorophyta

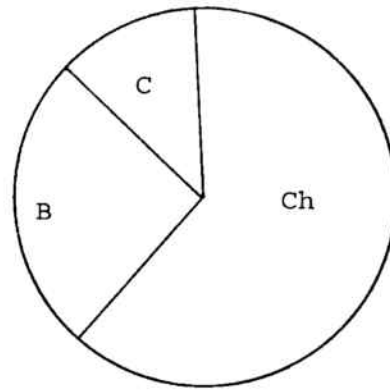
X = Xantophyta

B = Bacillariophyta

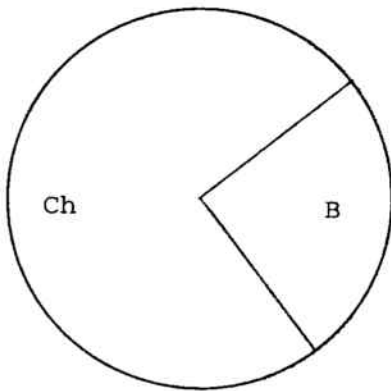
Muestra n° 7



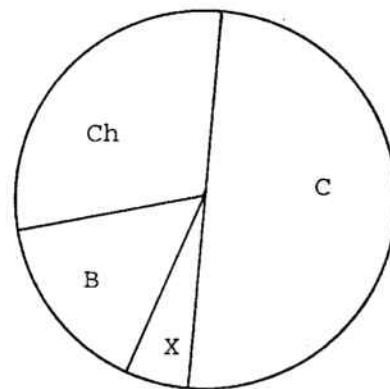
Muestra n° 8



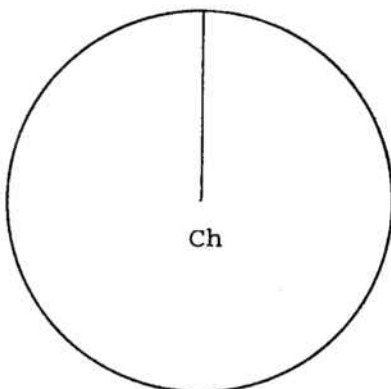
Muestra n° 9



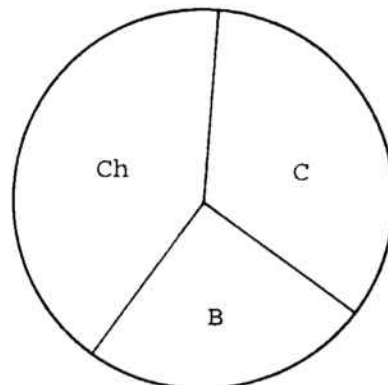
Muestra n° 10



Muestra n° 11



Muestra n° 12

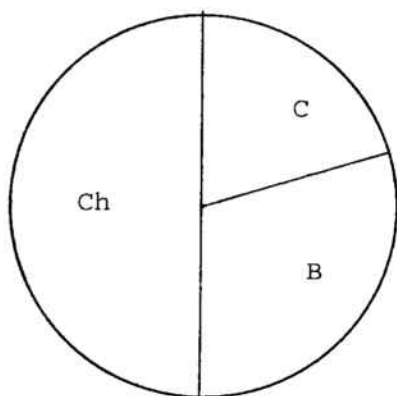


C = Cyanophyta  
Ch = Chlorophyta

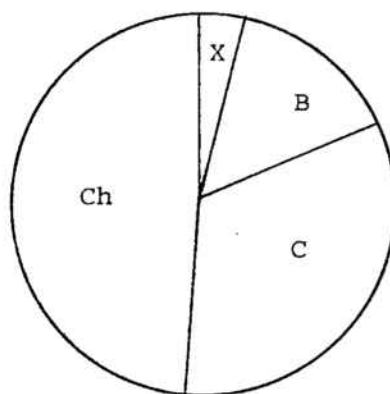
X = Xantophyta

B = Bacillariophyta

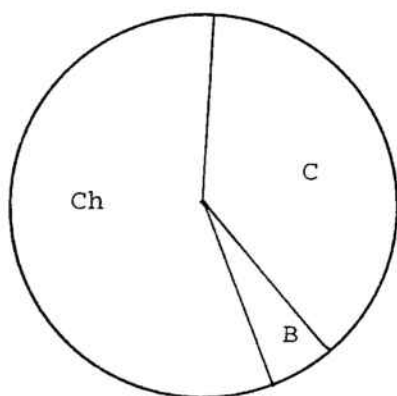
Muestra n° 13



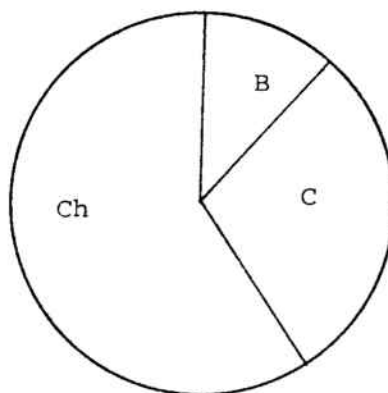
Muestra n° 14



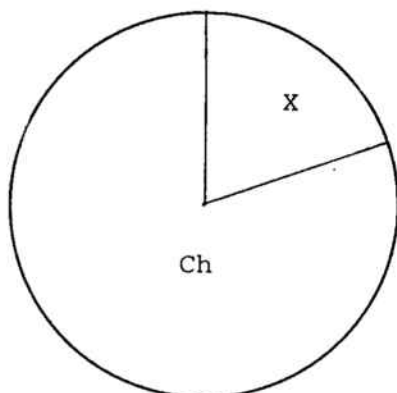
Muestra n° 15



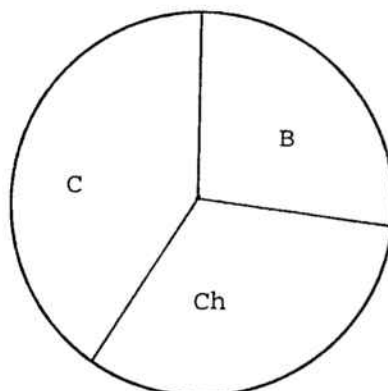
Muestra n° 16



Muestra n° 17



Muestra n° 18

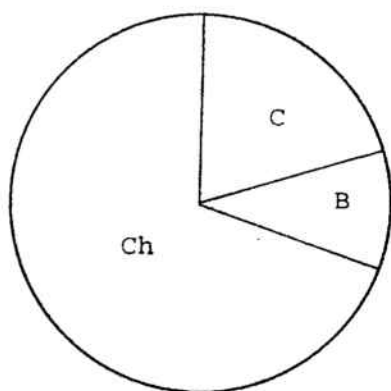


C = Cyanophyta  
Ch = Chlorophyta

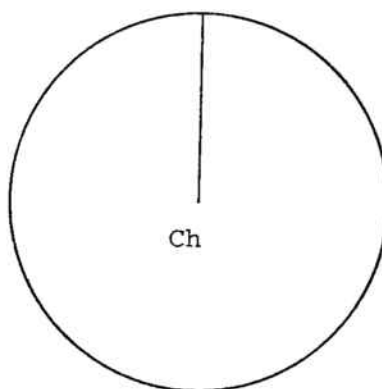
X = Xantophyta

B = Bacillariophyta

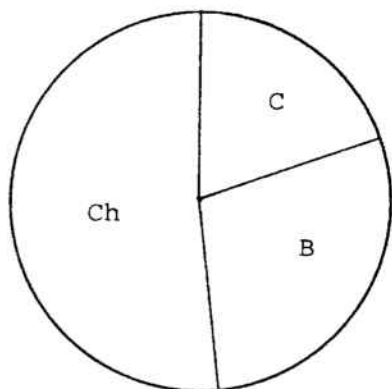
Muestra n° 19



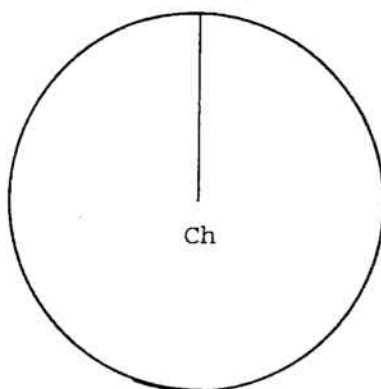
Muestra n° 20



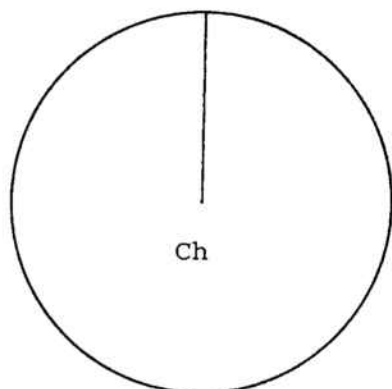
Muestra n° 21



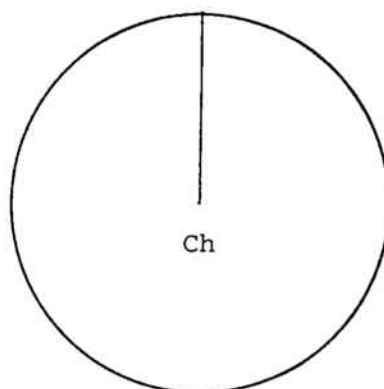
Muestra n° 22 compost



Muestra n° 23 compost



Muestra n° 24 compost

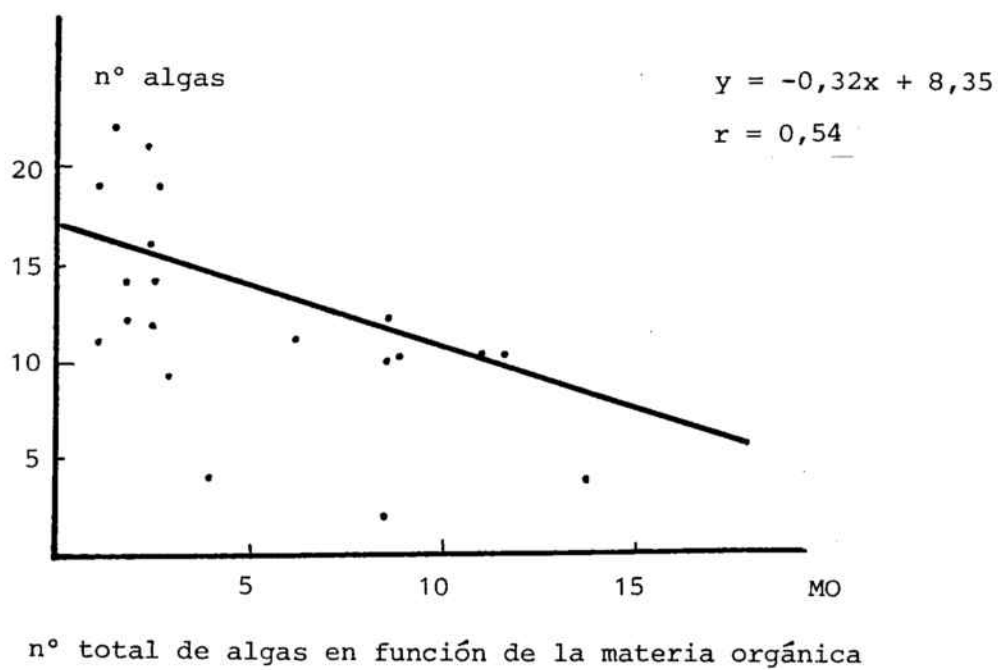
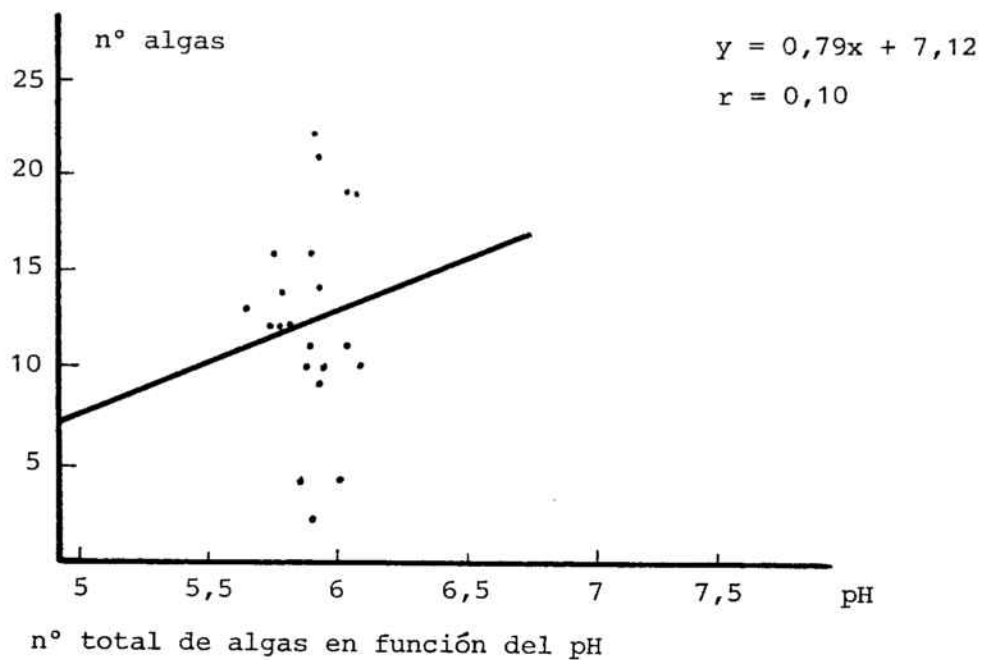


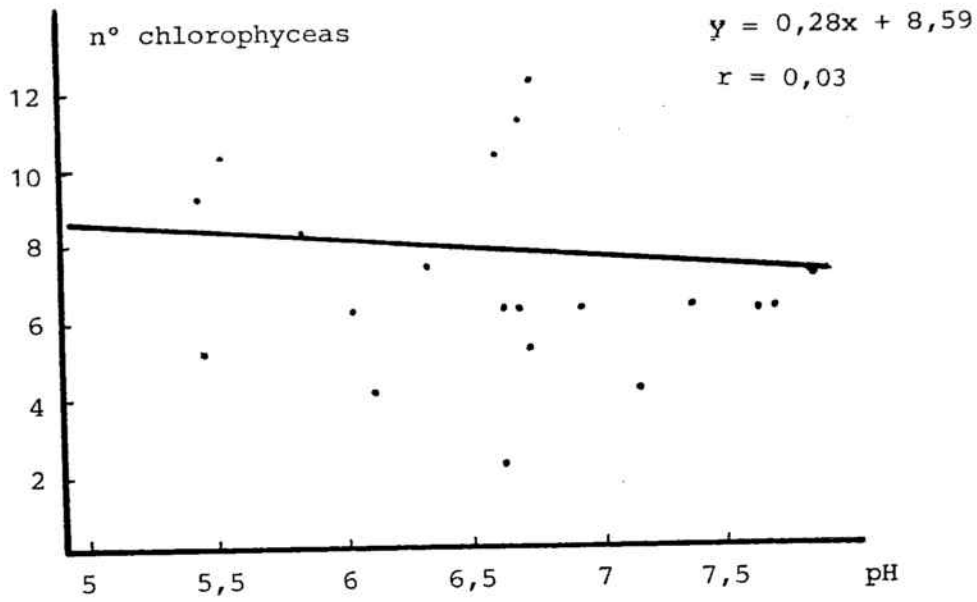
C = Cyanophyta

X = Xantophyta

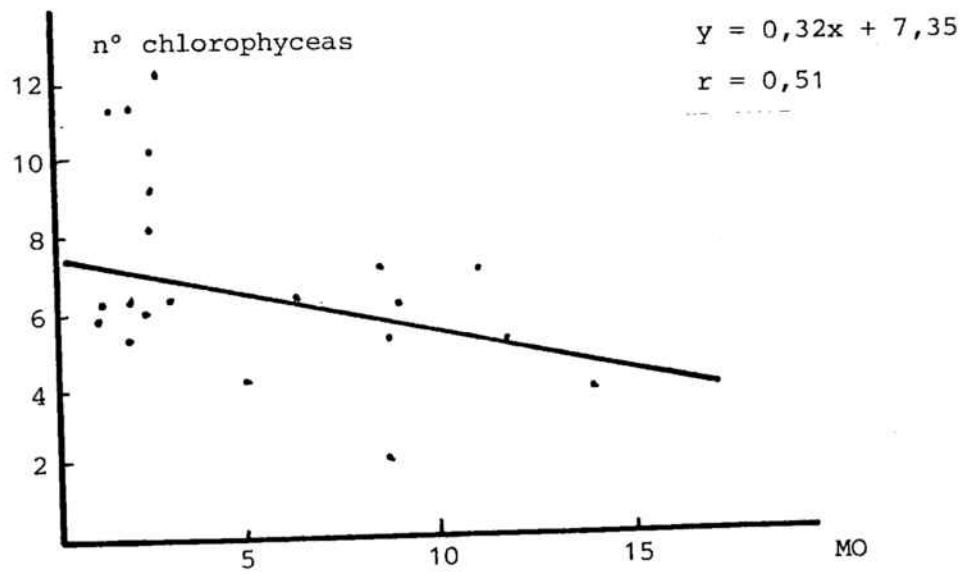
B = Bacillariophyta

Ch = Chlorophyta

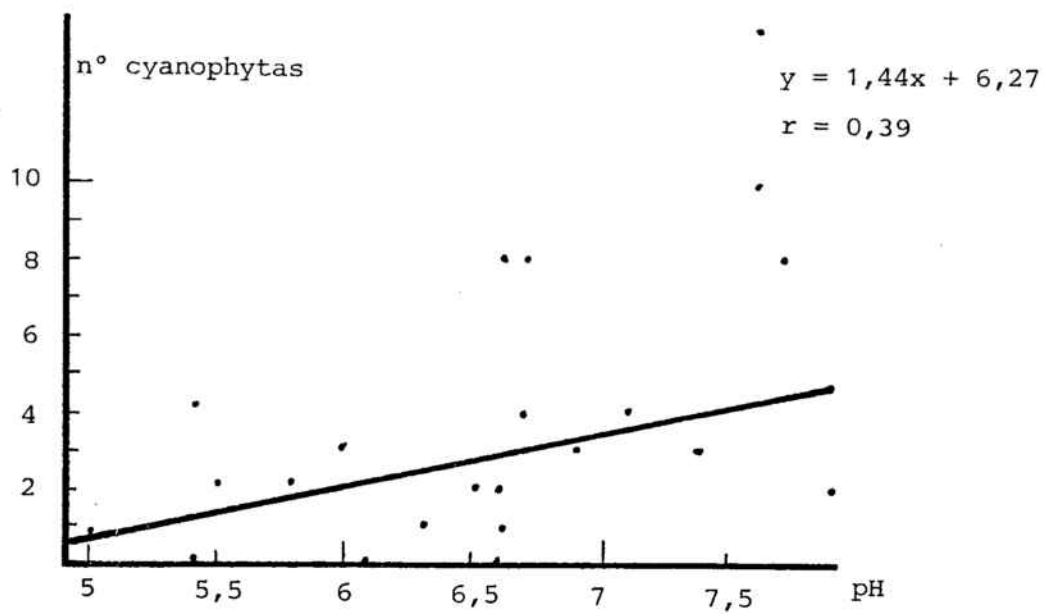




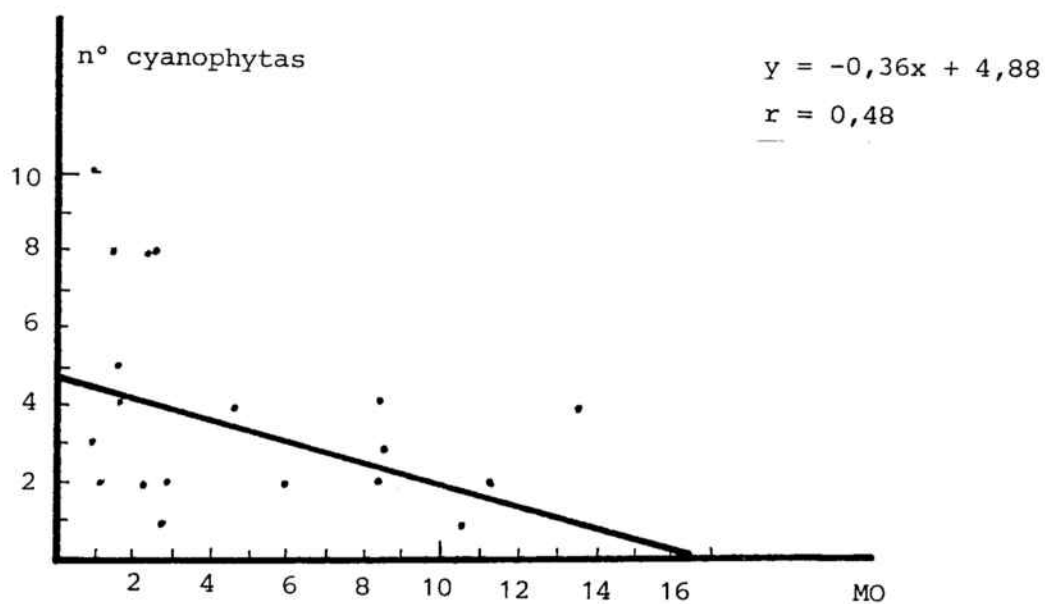
n° de chlorophyceas en función del pH



n° de chlorophyceas en función de la materia orgánica



n° de cyanophytas en función del pH



n° de cyanophytas en función de la materia orgánica



#### FRECUENCIA DE APARICION

La tabla nº 3 recoge el total de algas obtenidas en todos los cultivos, las muestras en que han sido halladas y el número de muestras en que se encontraron presentes.

Al observar la tabla hay una serie de datos obvios, las especies algales más frecuentes son: *Chlorosarcinopsis minor* y *Chlorormidium flaccidum* que se encuentran en 28 muestras, seguidas por *Bracteacoccus minor*, *Hantzschia amphioxys* y *Coccomyxa minor* en 26, 24 y 23 muestras respectivamente, éstas, junto con los géneros *Nostoc*, *Navicula* y *Chlorella*, se encuentran citadas como cosmopolitas, en toda la bibliografía taxonómica de las algas del suelo. También se encuentran citadas en este grupo *Chlamydomonas*, *Tetracystis* y *Chlorococcum* que nosotros encontramos menos abundantes con presencia en 6, 6 y 8 muestras respectivamente.

Las algas que hemos encontrado una sola vez son: *Navicula graciloides*, *Chlamydomonas* cf. *megalix*, *Coccomyxa* sp. y *Stichococcus chodati*, que se encuentran en la muestra número 8. *Oscillatoria* cf. *ornata*, *Oscillatoria claricentrosa*, *Phormidium fragile*, *Symphyotrix termalis*, *Microchaete* sp. y *Gloeotilopsis planctonica* en la muestra número 10. *Nostoc ellipsosporum* y *Lyngbya Lagerheimii* en la 14. *Cylindrospermum alatosporum*, *Anabaena variabilis*, *Melosira* sp. *Caloneis* sp. y *Navicula cryptocephala* en la 18. *Monoraphidium* sp. y *Sceenedesmus* sp. en compost. Las cuatro restantes *Synechocystis aquatilis*, *Scytonema* cf. *javanicum*, *Heterotrichopsis viridis* y *Diplosphaera* se encuentran en muestras variadas, las 4, 5, 9 y 12.

Las muestras números 10, 14 y 18 se caracterizan por tener pHs no ácidos y un bajo contenido en materia orgánica, excepto el compost que justamente es el que lo tiene más elevado. Todas ellas tienen especies que se encuentran una sola vez, lo cual queda justificado por tener los caracteres más extremos del grupo.

Las algas que han aparecido dos veces son: *Lyngbya cryptovaginata*, *Schizothrix arenaria*, *Chlorococcum* cf. *ellipsoideum*, *Tetracystis* sp. 1, *Chlorella minutissima* y *Oocystis* sp. Las dos últimas sólo en las muestras de compost.

En el estudio de estas zonas, la mayor parte con vegetación degradada, se observa una escasez de especies distintas, sobre todo al compararlos con datos de otros autores. Examinándolas comparativamente, las muestras más pobres en número de especies son las 7, 11 y 13 y el compost, todas ellas con elevados valores de materia orgánica. En las muestras la competencia con bacterias actinomicetes y hongos es elevada y sólo resisten la presión biológica una pequeña cantidad de organismos, muy fáciles de obtener en cultivo unialgal y resistentes a gran variedad de condiciones, de luminosidad, temperatura y humedad o desecación. Algunas de estas especies son capaces de ceder al medio sustancias disgenésicas para otras algas y microorganismos.

Las algas que se encuentran en las muestras con elevada materia orgánica, son precisamente las clorofíceas que hemos citado en mayor cantidad de muestras, la diatomea *Hantzschia amphioxys*, y también se encuentran dentro de esta categoría las raras cianofíceas que aparecen repetidas veces, que nunca se encuentran con heterocistes, aunque la especie los posea, lo que indica escasa o nula capacidad de fijación de nitrógeno, pues el medio ya se lo proporciona.

No es de extrañar que en estas condiciones, de elevada materia orgánica y bajo pH, la diversidad sea tan baja y que las Xantofíceas, citadas por otros autores en los cultivos del suelo, tengan un único representante en nuestras muestras.





#### 4.9.1 Relación numérica de las algas encontradas

- 1 *Microcystis pulverea* (WOOD) FORTI
- 2 *Synechococcus lividus* COPELAND
- 3 *Synechocystis aquatilis* SAUVAGEAU
- 4 *Synechocystis* sp.
- 5 *Cyanothece* cf. *aeruginosa* (NAG) KOMAREK
- 6 *Oscillatoria* cf. *ornata* KUTZ ex GOMONT
- 7 *Oscillatoria amoena* (KUTZ) GOMONT
- 8 *Oscillatoria claricentrosa* GARDNER
- 9 *Phormidium fragile* (MENEG) GOMONT
- 10 *Phormidium tenue* (MENEG) GOMONT
- 11 *Lyngbya kuetzingiana* KIRCHNER
- 12 *Lyngbya lagerheimii* (MOB) GOMONT
- 13 *Lyngbya cryptovaginata* SCHKORBATOW
- 14 *Schizothrix arenaria* (BERK) GOMONT
- 15 *Symphyothrix termalis* KUTZ
- 16 *Cylindrospermum alatosporum* FRITSCH
- 17 *Nostoc punctiforme* (KUTZ) HARIOT
- 18 *Nostoc piscinale* KUTZ
- 19 *Nostoc ellipsosporum* (DESM) RABENH ex BORN y FLAH
- 20 *Nostoc comune* VAUCHER ex BORN y FLAH
- 21 *Anabaena variabilis* KUTZ ex BORN y FLAH var. *ellipsospora* FRITSCH
- 22 *Scytonema* cf. *javanicum* (KUTZ) BORN ex BORN y FLAH
- 23 *Microchaete* s.p.
- 24 *Heterococcus crassulus* VISCHER
- 25 *Melosira* sp.
- 26 *Caloneis* sp.
- 27 *Navicula atomus* (NAEG) GRUN
- 28 *Navicula minima* GRUN var. *atomoides* (GRUN) CLEVE
- 29 *Navicula cryptocephala* KUTZ
- 30 *Navicula contenta* GRUN f. *biceps* (ARNOTT) GRUN
- 31 *Navicula graciloides* MAYER
- 32 *Pinnularia borealis* EHR.
- 33 *Hantzschia amphioxys* (EHR) GRUN.
- 34 *Nitzschia filiiformis* (W. SMITH) HUST
- 35 *Euglena* s.p.

- 36 *Chlamydomonas* cf. *megalix* BIS y BOLD
- 37 *Chlamydomonas* sspp.
- 38 *Scorfieldia complanata* WEST
- 39 *Chlorococcum* cf. *ellipsoideum* DEASON y BOLD
- 40 *Chlorococcum minutum* STARR
- 41 *Neochloris* cf. *conjuncta* ARCH.
- 42 *Trebouxia anticipata* AHMADJ.
- 43 *Bracteacoccus minor* (CHOD.) PETROVA
- 44 *Bracteacoccus* cf. *grandis* BIS. y BOLD
- 45 *Tetracystis* sp. 1
- 46 *Tetracystis* sp. 2
- 47 *Chlorella minutissima* FOTT y NOV.
- 48 *Chlorella vulgaris* BEIJER.
- 49 *Chlorella zoofingensis* DONZ.
- 50 *Oocystis* sp.
- 51 *Selenastrum* sp.
- 52 *Scenedesmus* sp.
- 53 *Coccomyxa minor* SKUJA
- 54 *Coccomyxa* cf. *dispar* SCHMIDLE
- 55 *Coccomyxa* sp.
- 56 *Chlorhormidium flaccidum* (BRAUN) FOTT
- 57 *Gloeotilopsis planctonica* IYENGAR y PHILIPOSE
- 58 *Heterotrichopsis viridis* IYENGAR y KANTHAMA
- 59 *Stichococcus bacillaris* NAG.
- 60 *Stichococcus chodati* (BIAL.) HEERING
- 61 *Chlorosarcinopsis minor* (GERN.) HERN.
- 62 *Diplosphaera* sp.

4.10 AFINIDADES ENTRE ESPECIES

Hemos calculado las afinidades entre las distintas especies mediante la fórmula

$$\frac{A}{A + B + C}$$

Siendo:

A, número de inventarios con la presencia simultánea de x e y  
 B, " " " " especie x y ausencia de y  
 C, " " " " " y " " " x

Esta fórmula da idea del porcentaje de afinidades desde 0 a 100.

Con los datos hemos confeccionado la tabla 4 atendiendo al porcentaje de frecuencias conjuntas, eliminando de la tabla, para mayor claridad, las afinidades inferiores al 10 % y reordenándolas las veces necesarias para que los valores altos queden agrupados y junto a la diagonal.

Hemos trabajado con números y sólo al final del proceso se han sustituido estos por los nombres correspondientes.

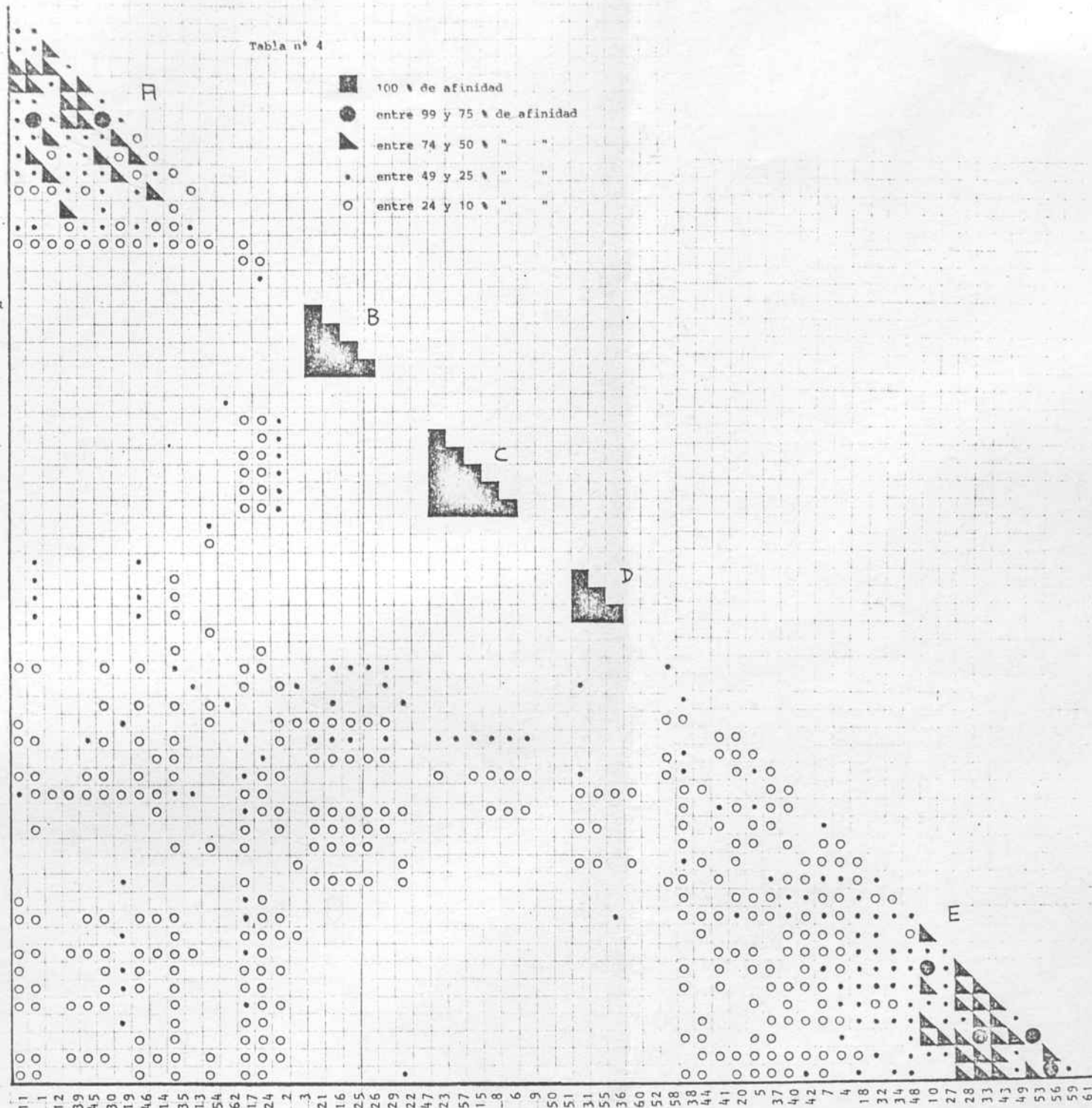
Como puede observarse en la tabla, se distinguen cinco agrupaciones, dentro de las cuales, los índices de afinidad entre las especies que los constituyen, son altos, lo que nos demuestra que dichas agrupaciones, forman unidades de afinidad que podríamos llamar "asociaciones".

Las unidades A y E son dos agrupaciones interrelacionadas entre ellas por índices bajos, como puede observarse en el vértice del triángulo. B, C y D no están relacionadas entre ellas, pero si con los extremos de E y A.

Las causas responsables de la existencia de estos grupos no están esclarecidas, pero puede ser debido, y esto es lo más probable, a la similitud de las características, correspondientes a las muestras a que pertenecen, aunque no se descarta la posibilidad de que hayan afinidades de otro tipo entre dichas especies.

*Microcystis pulverea*  
*Limnobia lagerheimii*  
*Chlorococcum* cf. *ellipsoideum*  
*Tetracystis* sp. 1  
*Navicula contenta* f. *biceps*  
*Nostoc ellipsoideum*  
*Tetracystis* sp. 2  
*Schizothrix arenaria*  
*Euglena* sp.  
*Lyngbya cryptovaginata*  
*Coccomyxa* cf. *dispar*  
*Diplosphaera* sp.  
*Nostoc punctiforme*  
*Heterococcus crassulus*  
*Synechococcus lividus*  
*Synechocystis aquatilis*  
*Anabaena variabilis* var. *ellipsoidea*  
*Cylindrospermum alatosporum*  
*Melosira* sp.  
*Caloneis* sp.  
*Navicula cryptocephala*  
*Scytonema* cf. *javanicum*  
*Chlorella minutissima*  
*Microchaete* sp.  
*Gloeotilopsis planctonica*  
*Symphyothrix termalis*  
*Oscillatoria claricentrosa*  
*Oscillatoria* cf. *ornata*  
*Phormidium fragile*  
*Oocystis* sp.  
*Selenastrum* sp.  
*Navicula graciloides*  
*Coccomyxa* sp.  
*Chlamydomonas* cf. *megalix*  
*Stichococcus chodati*  
*Scenedesmus* sp.  
*Heterotrichopsis viridis*  
*Scorfieldia complanata*  
*Bracteacoccus* cf. *grandis*  
*Neochloris* cf. *conjuncta*  
*Nostoc commune*  
*Cyanothece* cf. *aeruginosa*  
*Chlamydomonas* sp.  
*Chlorococcum minutum*  
*Trebouxia anticipata*  
*Oscillatoria amoena*  
*Synechocystis* sp.  
*Nostoc piscinale*  
*Pinnularia borealis*  
*Nitzschia filiformis*  
*Chlorella vulgaris*  
*Phormidium tenue*  
*Navicula atomus*  
*Navicula minima* var. *atomoides*  
*Hantzschia amphioxys*  
*Bracteacoccus minor*  
*Chlorella zoofingensis*  
*Coccomyxa minor*  
*Chlorohormidium flaccidum*  
*Stichococcus bacillaris*  
*Chlorosarcinopsis minor*

Tabla n° 4



## 5 RESUMEN



1           Entre los organismos que viven en el suelo se encuentran algas microscópicas, que son en su mayoría autótrofas para el carbono y, en algunos casos para el nitrógeno y constituyen las únicas comunidades microbianas capaces de vivir absorbiendo energía de la luz solar.

2           Inicialmente el fin de este trabajo era investigar la flora presente en el compost, abono orgánico procedente de la fermentación de las basuras domésticas, que posteriormente extendimos a los suelos ácidos de la región catalana.

Al emprender este estudio teníamos como meta la investigación taxonómica de las algas del suelo, como primer paso para el conocimiento de su distribución y funciones, y continuar, más adelante, con los estudios previos para la utilización de las algas edáficas en el control de la fertilidad y toxicidad de los suelos, de lo que no hemos encontrado en nuestro país ningún trabajo publicado.

3           Se considera como iniciación al estudio de las algas del suelo el trabajo de P. GRAEBNER (1895). Posteriormente muchos autores se han interesado tanto en su presencia y taxonomía, como en su efecto sobre el medio y en su posible aprovechamiento.

4           Constataron su presencia en suelos muy diversos KOL y col. (1934) PETERSEN (1935), FLETCHER y MARTIN (1948), VOGEL (1955), SHIELDS y col. (1957), JOHNSON (1962), BAMFORTH (1969), AKIYAMA (1967, 1970, 1973) y otros, haciendo hincapié en las distinciones con las algas acuáticas, {CHODAT (1925), VISCHER (1945) y TCHAN y WHITEHAUSE (1953) y otros}.

5           De las condiciones de medio ambiente en que se encuentran desde las selvas tropicales a zonas volcánicas acabadas de formar, hielos eternos o dunas, han hablado BRISTOL (1919, 1927), LIPMAN (1941), BECQUEREL (1942), FUCHBAUER (1957) SDOBNIKOVA (1958), FLINT y STOUT (1960), ROIZIN (1960), DURELL (1962), PANDEY (1965), CAMERON y BLANK (1966), OCAMPO-PAUS y FRIEDMANN (1967), FOGG (1969), HOSTETTER y col. (1970), TREKWALDER (1975), VENKATARAMAN (1975), y

otros, poniendo de manifiesto las adaptaciones a diversas condiciones extremas.

- 6                    Uno de los factores mejor estudiados es el efecto del pH sobre las algas del suelo y sus efectos favorables o desfavorables { GOLLERBAKH (1936), JOHN (1942), LUND (1945,1946, 1947), ZAUER (1956), SHTINA (1959), BROCK (1973)}. La mayor diversidad de especies se encuentra en pHs ni muy ácidos ni muy alcalinos, entre valores de 5.5 y 8.5 y la mayor abundancia a pH 7 { HALPERIN (1968)}.
  
- 7                    Las cianofíceas prefieren las condiciones alcalinas o neutras {SINGH (1950), SDOBNIKOVA (1958), PANDEY (1965), VENKATARAMAN (1975)} y empiezan a desaparecer a pH 6.5, permaneciendo sólo especies de amplia tolerancia a diversos factores {STEWART (1969), SINGH (1974)} y desapareciendo a pHs inferiores a 5 {FOGG (1956), BROCK (1973), STEWART (1973)}.
  
- 8                    Las algas verdes proliferan mejor en hábitats ácidos, en los que al aumentar el pH, disminuye la fotosíntesis relativa {AKIYAMA (1973)}.
  
- 9                    Otros factores están relacionados con el pH, como el contenido en carbonatos, y la disponibilidad de elementos tales como el hierro y el molibdeno, afectan también al contenido y heterogeneidad de las algas del suelo {MILLER y col. (1957), FOGG y col. (1973)}.
  
- 10                   Son autores que se interesan en las relaciones con otros organismos y en su efecto sobre el suelo FLETCHER y MARTIN (1948), SHIELDS y DURELL (1964), JOHNSON (1970), FRIEDMANN (1971), GAVRILA (1972), AKIYAMA (1973), HALPERIN (1976) entre otros.
  
- 11                   También se ha estudiado su papel como formadores de materia orgánica, estimándose su biomasa total en el suelo, en el máximo dato bibliográfico en 546 kg/Ha {SHTINA (1960)} dependiendo su abundancia de la naturaleza del suelo y de los factores físicos.

- 12                    Para la medición de la biomasa algal en el suelo y el recuento del número de algas, se utilizan fundamentalmente tres procedimientos:
- a) Observación directa o con microscopio de fluorescencia.
  - b) Técnicas de dilución y siembras.
  - c) Valoración espectrofotométrica de los pigmentos extraídos con disolventes apropiados {BRISTOL-ROACH (1927), FEHER (1933), SHTINA (1954, 1959), FLORENZANO y col. (1963) CELECIA y MORRIS (1966) y PARKINSON y col. (1972)}.
- 13                    Las cifras del número de algas por gramo de tierra varían entre amplios márgenes, desde 500 células algales {SHTINA (1959)} hasta 3.000.000 {PETERSEN (1935)}.
- 14                    Se realizan cultivos para el mejor conocimiento y aprovechamiento de las algas del suelo. Para algunas clases de algas se han determinado los requerimientos nutritivos y se han hecho estudios de los elementos necesarios y en qué cantidad son favorables {CHU (1942), GERLOFF y col. (1950), ALLEN y col. (1955, 1968), STEIN (1966), ZARNOWSKI (1972)}. En general los elementos a tener en cuenta son: pH, concentración de macronutrientes, fuente de nitrógeno, micronutrientes, factores de crecimiento o sustancias orgánicas para enriquecimiento y estabilizadores {ALLISON y col. (1937), KRATZ y MYERS (1955), STEIN y col. (1973) y muchos otros}.
- 15                    Algunas especies algales pueden crecer solamente en presencia de luz {FOGG (1953), GAUMANN y JAAG (1950), PARKER (1961)} mientras que otras presentan niveles variables de heterotrofismo e incluso desaparición total de la función clorofílica {PRINGSHEIM (1963), WIESSNER (1969), FAUST y ORCUTT (1974) y otros}.
- 16                    La observación de la capacidad heterotrófica de un alga se realiza colocándola en la oscuridad en presencia de materia orgánica (que pueden ser hexosas y sus derivados, sales del ácido acético, amino-ácidos, etc.) {BARKER (1936), CRAMER y MYERS (1949), TAYLOR (1950), FAY y FOGG (1962), FAUST y ORCUTT (1974) y otros} o con inhibidores metabólicos de la fotosíntesis {DOEMEL y BROOCK (1974)} por

lo que deben usar el sustrato orgánico para su supervivencia.

- 17                Los procedimientos heterotróficos en condiciones de luz limitada, carencia de luz o en presencia de abundante materia orgánica tienen lugar en la naturaleza {SHTINA (1960), PARKER y BOLD (1961), LUND (1971)} y esta heterotrofia secundaria puede explicar, junto al uso de reservas, la supervivencia durante largos periodos en zonas a las que no llega la luz {GAVRILA (1972)}.
  
- 18                Entre las algas presentes en el suelo hay un grupo capaz de fijar nitrógeno atmosférico, incorporándolo a su protoplasma, y a su muerte cederlo al medio, con lo que aumenta la fertilidad del suelo. Se encuentran tanto en hábitats húmedos ligeramente alcalinos como en otros tipos de suelos, no aparentes o formando costras discontinuas que se hinchan y reproducen activamente en condiciones favorables {SHIELDS y DURELL (1964), PANDEY (1965), CAMERON y BLANK (1966), JOHNSON (1970) y otros}.
  
- 19                Los contenidos en nitrógeno de las capas algales respecto al suelo subyacente o el aumento relativo de nitrógeno varían mucho según los autores y las zonas estudiadas desde 3 ó 4 veces más {HALPERIN (1976)} a 400 veces más {STEWART (1970)}.
  
- 20                La fijación de nitrógeno aumenta con la humedad, la luz y la presencia de ciertos cationes {STEWART (1970)} situándose el pH óptimo para la fijación en la zona alcalina. La presencia de materia orgánica y de nitrógeno en forma de sales son condiciones negativas.
  
- 21                La flora algal fijadora de nitrógeno en las distintas partes del mundo es muy parecida, siendo más escasa en los lugares en que se realizan abonados con nitrógeno {DE (1939), SINGH (1942, 1961), MITRA (1951) y otros}.
  
- 22                La fijación de nitrógeno ha sido uno de los aspectos más estudiados en las algas azules y actualmente la investigación se centra tanto en su vertiente teórico-taxonomica {SINGH (1942), FULLER y col. (1960), MATERASSI y BALLONI (1965), PANDEY (1965), JURGENSEN y DAVEZ (1968), GRANHALL y HENRIKSON (1969), HENRIKSSON (1972), FOGG y col. (1973), HALPERIN (1976)} y otros, como en su utilización prác-

tica como abono verde { DE (1939), SINGH (1950, 1961), OKUDA y YAMAGUCHI (1952), BUNT (1961), STEWART (1970, 1973), TIWARI (1975), WATANABE (1965) y otros }.

- 23 Las algas edáficas que se hallan presentes naturalmente en los suelos se usan como organismos indicadores de la fertilidad, y para conocer la cantidad de ciertos elementos en el suelo, debido a su semejanza fisiológica con las plantas superiores y a la facilidad que representa trabajar con poblaciones {TCHAN (1956, 1959, 1963)}.
- 24 Se utilizan también las algas verdes edáficas para ensayar absorciones y toxicidad de herbicidas {ARVIK y col. (1971, 1973), HELING y col. (1971), WRIGHT (1972) y otros}.
- 25 También se han ensayado como antifúngicas en la protección de raíces y semillas {ENGLE y McMURTREY, en LEWIN (1962), HALLEWIN (1977)}.
- 26 En la naturaleza, las algas del suelo se presentan como colonizadoras en suelos con baja materia orgánica, como los acabados de formar volcánicamente {LUND (1971), SCHWABE (1970), HENRIKSON y col. (1972), ALI (1972)} o los esterilizados {STEWART (1970)} Contribuyen al aumento de materia orgánica y nitrógeno, permitiendo el asentamiento de otros organismos {SHTINA (1960), FULLER y col. (1960), CAMERON (1960, 1964) y otros} y consolidan los agregados del suelo {PETERSEN (1935), SHIELDS y col. (1957, 1964), HALPERIN (1969), JOHNSON (1973)} evitando la erosión y favoreciendo la retención de agua, principalmente en los lugares que las plantas superiores están dispersas o no existen.
- 27 La zona de toma de muestras ha sido la litoral catalana, comprendida entre los ríos Llobregat y Tordera, que comprende parte de las comarcas del Barcelonés, Maresme y Vallés, excepto en tres casos en que se recogieron en el Montseny (al norte de la comarca del Vallés), en Susqueda (La Selva) y en Montblanc (Conca del Barberá).
- 28 El número de localidades en que se han tomado muestras es de 21, y el número de series en cada localidad varía según las

necesidades del estudio.

- 29 De la planta de compostaje, ubicada en Polinyá, también en la comarca del Vallés, se recogieron 35 muestras.
- 30 De cada uno de los lugares de muestreo damos: fecha de recogida, situación, coordenadas, altura, exposición, posición fisiogeográfica, material originario, tipo de suelo, clima, pluviosidad, materia orgánica total, pH en agua, pH en ClK, textura, dominio climático y vegetación real.
- 31 La época del estudio se extendió, para el compost, entre mayo de 1974 y marzo de 1975, y para las muestras de suelo, entre octubre de 1975 y noviembre de 1977.
- 32 Las coordenadas se hallan comprendidas entre  $41^{\circ} 23'$  y  $41^{\circ} 58'$  de latitud N y  $1^{\circ} 9'$  y  $2^{\circ} 32'$  de longitud E.
- 33 Las alturas son distintas, entre los 140 y los 1700 m. Varían también las exposiciones y la posición fisiogeográfica.
- 34 La mayor parte de los materiales originarios de las zonas de muestreo son granitos o rocas silíceas, que dan lugar a distintas clases de tierra parda. En dos casos tenemos calizas y en catorce se asienta tierra parda poco desarrollada sobre pizarras.
- 35 El clima, según las localidades, oscila de mediterráneo litoral a mediterráneo de montaña alta, con precipitaciones máximas en otoño y mínimas en verano, desde 500 ml a 1100 ml de pluviosidad media anual.
- 36 El porcentaje mínimo de materia orgánica es de 0.93 % y el máximo en suelo, de 13,74 % siendo la media en el compost, mucho más elevada, de 42 %.
- 37 El pH, neutro o ácido, oscila entre 4.9 y 7.9 en agua. Y entre 3.5 y 7.2 en ClK, siendo la media en agua en el compost de 7.66.

- 38                    La clase textural dominante es arenosa, con limo y/o arcilla mezclados, en varios casos.
- 39                    La mayor parte de las muestras se encontraban en el dominio climácico del *Quercetum ilicis galloprovinciale* Br.- Bl. (1915) 1936, en distintas subasociaciones. Ninguno de los lugares en que se recogieron estaba cultivado, pero dada la historia agrícola de la zona, posiblemente lo habían sido anteriormente algunos y, ya abandonados, han desarrollado una clímax secundaria.
- 40                    Dado el tipo de organismos, en las tomas de muestras, se ha seguido, con ligeras variaciones, la metodología clásica microbiológica, así como para las resiembras y aislamientos de especies.
- 41                    Como medios de cultivo se han usado agua y medios de CHU modificado {GERLOFF y col. (1950)} BRISTOL modificado {BOLD (1949)} y KNOP modificado {BOLD (1949)} en forma líquida a distintas diluciones y solidificados con agar al 1.4 %.
- 42                    Los métodos usados para el estudio de las algas del suelo han sido: la observación del suelo humedecido, los cultivos de enriquecimiento en medios líquidos y sólidos y los cultivos unialgales.
- 43                    La observación directa del material tendría que darnos una imagen clara de la existencia, cantidad y clases de algas, pero dado su pequeño tamaño es muy difícil localizarlas, salvo en los casos de desarrollo en masa. Además se encuentran en estadios en los que son inclasificables, por lo que hay que recurrir a cultivos para su estudio.

## 6 CONCLUSIONES



- 1            En todos los cultivos de suelo han aparecido algas, no así en los de compost en que se han presentado esporádicamente.
- 2            El crecimiento, en las placas con medios sólidos y erlenmeyers con medios líquidos, es visible a partir de las dos semanas. Las primeras algas que aparecen en los cultivos son las Clorofíceas, continúan encontrándose nuevas colonias, sobre todo Cianofíceas, hasta las ocho semanas, en que ya no aparecen especies distintas a las ya desarrolladas.
- 3            Los cultivos de suelo humedecidos facilitan la reproducción, sobre los granos de tierra, de colonias algales, y permiten relacionar las características de las algas aisladas en cultivos unialgales con las de las mismas en condiciones naturales.
- 4            El cultivo en medio líquido resulta interesante para conseguir aumento de la biomasa de cada una de las especies.
- 5            El cultivo de enriquecimiento en medio sólido se ha revelado como el más adecuado para conseguir el mayor número de especies distintas.
- 6            En primavera y otoño el desarrollo en los cultivos de enriquecimiento es más rápido que en otras épocas del año.
- 7            Los aislamientos de especies y cultivos unialgales son necesarios para la confirmación de las especies, cuya determinación se basa en el ciclo de vida. Los de las clorofíceas, parte principal de la sistemática, no presentaron grandes dificultades, sin embargo no nos fue posible obtenerlos de las diatomeas y sólo de algunas algas azules.

- 8 El total de especies halladas ha sido de 62 pertenecientes a:
  - 23 especies, de 14 géneros a las Cyanophyta
  - 1 especie de Xantophyta
  - 10 especies, de 6 géneros a las Bacillariophyta
  - 1 especie de Euglenophyta
  - 27 especies, de 18 géneros a las Chlorophyta
- 9 De ellas son citas nuevas en España 14 géneros, 29 especies y una variedad.
- 10 Las ya citadas en la bibliografía de aguas dulces lo son, en su mayor parte, de estanques efímeros y de aguas contaminadas.
- 11 Las algas edáficas, en este trabajo, se caracterizan por la total ausencia de Zygothyceas y la escasez de Xantophyceas, 1, y de Volvocales, 1.
- 12 Las especies que se encuentran en más del 70 % de las muestras son, en orden de frecuencia: *Chlorosarcinopsis minor*, *Chlorhormidium flaccidum*, *Bracteacoccus minor*, *Hantzschia amphioxys* y *Coccomyxa minor*. 23 especies se han encontrado una sola vez, en su mayor parte en las muestras del grupo que tienen los caracteres más extremos.
- 13 Se ha hecho en una localidad el estudio cuantitativo de las algas del suelo durante un año, recogiendo cuatro series de muestras a distintas profundidades. De ello se deduce que la cantidad total de algas presentes y su distribución en el suelo, está sujeta a la influencia de los factores externos estacionales, con un máximo de número de algas en primavera y un mínimo en invierno, en la capa superficial. Por debajo de los 10 cm de profundidad las cantidades se mantienen aproximadamente estables.

- 14 Del estudio de la distribución de las especies algales en profundidad, en un perfil, se deduce que al aumentar la profundidad disminuye el número de especies distintas. La mayor heterogeneidad se encuentra en la zona inmediatamente inferior a la superficie. Las últimas algas que desaparecen al aumentar la profundidad, son las clorofíceas. *Chlorhormidium flaccidum* se ha encontrado, como única especie, en el nivel de -40 a -50 cm.
- 15 Extrayendo 11 series de muestras de una misma localidad a lo largo de dos años, se han encontrado un total de 21 especies, de las que cuatro (*Bracteacoccus minor*, *Chlorella zoofingensis*, *Coccomyxa minor*, *Chlorhormidium flaccidum*) se encuentran en todos los cultivos y 3 especies en uno solo. Las restantes especies se presentan sin periodicidad. Según los datos, obtenidos por el sistema de cultivos de enriquecimiento, no se encuentra relación entre el efecto estacional y la heterogeneidad.
- 16 Los datos obtenidos en esta investigación corroboran la bibliografía de la mayor abundancia de algas azules en los suelos con pH alcalino. De las 23 especies de cianofíceas encontradas en total, 11 de ellas lo han sido una sola vez, en las muestras con pH menos ácido del grupo.
- 17 Sólo se han encontrado 6 cianofíceas en suelos con pH comprendido entre 5 y 6. Dos de ellas, *Phormidium tenue* y *Nostoc piscinale* en un suelo con pH 4,9.
- 18 Los suelos con elevado contenido en materia orgánica, tienen escasas cianofíceas o carecen de ellas. En estos suelos, casi sólo se encuentran clorofíceas y, al aumentar el porcentaje de materia orgánica, su número disminuye. En el compost es patente este efecto, y sólo son capaces de vivir en él unas pocas especies polisaprobias.

- 19 Es probable que se pueda encontrar una microflora característica asociada a un determinado tipo de suelo, lo mismo que su influencia determina la distribución de la macroflora.
- 20 Calculadas las afinidades entre las distintas especies, y confeccionada una tabla atendiendo al porcentaje de frecuencias conjuntas, se distinguen 5 agrupaciones, A, B, C, D, E, en las cuales los índices de afinidad, entre las especies que las constituyen son altos, lo que nos demuestra que dichas agrupaciones forman unidades de afinidad que podemos llamar "asociaciones".
- 21 La "asociación" A está constituida por las especies: *Lyngbya lagerheimii*, *Chlorococcum* cf. *ellipsoideum*, *Tetracystis* sp. 1, *Navicula contenta* f. *biceps*, *Nostoc ellipsosporum*, *Tetracystis* sp. 2, *Schizothrix arenaria*, *Euglena* sp., *Lyngbya cryptovaginata*, *Coccomyxa* cf. *dispar*, *Diplosphaera* sp., *Nostoc punctiforme*, *Heterococcus crassulus*.

La "asociación" B por las especies: *Cylindrospermum alatosporum*, *Melosira* sp., *Caloneis* sp., *Navicula cryptocephala*.

La "asociación" C por las especies: *Gloeotilopsis planctonica*, *Symphyothrix termalis*, *Oscillatoria claricentrosa*, *Oscillatoria* cf. *ornata*, *Phormidium fragile*.

La "asociación" D por las especies: *Coccomyxa* sp., *Chlamydomonas* cf. *megalix*, *Stichococcus chodati* y la E por: *Cyanothece* cf. *aeruginosa*, *Chlamydomonas* sp., *Chlorococcum minutum*, *Trebouxia anticipata*, *Oscillatoria amoena*, *Synechocystis* sp., *Nostoc piscinale*, *Pinnularia borealis*, *Nitzschia filiformis*, *Chorella vulgaris*, *Phormidium tenue*, *Navicula atomus*, *Navicula minima* var. *atomoides*, *Hantzschia amphioxys*, *Bracteacoccus minor*, *Chlorella zoofingensis*, *Coccomyxa minor*, *Chlorhormidium flaccidum*, *Stichococcus bacillaris*, *Chlorosarcinopsis minor*.

Las especies indicadas se pueden considerar como "características" de cada una de las "asociaciones".

- 22 Las "asociaciones" están interrelacionadas entre ellas por especies comunes con menor grado de sociabilidad

que podríamos considerar como "acompañantes", tal como las: *Phormidium tenue*, *Navicula atomus*, *Navicula minima* var. *atomoides*, *Hantzschia amphioxys*, *Bracteacoccus minor*, *Chlorella zoo-fingensis*, *Coccomyxa minor*, *Chlorhormidium flaccidum*, *Stichococcus bacillaris* y *Chlorosarcinopsis minor* "acompañantes de la "asociación" A y "características" de la E.

Las especies *Scenedesmus* sp., *Heterotrichopsis viridis*, *Scorfieldia complanata*, *Bracteacoccus* cf. *grandis*, *Neochloris* cf. *conjuncta*, *Nostoc comune*, *Cyanothece* cf. *aeruginosa*, *Chlamydomonas* sp., *Chlorococcum minutum*, *Trebouxia anticipata*, *Oscillatoria amoena* y *Synechocystis* sp. pueden considerarse "acompañantes" de la "asociación" B.

*Cyanothece* cf. *aeruginosa*, *Chlorococcum minutum* y *Oscillatoria amoena* pueden considerarse "acompañantes" de la "asociación" C y las *Chlorococcum minutum*, *Trebouxia anticipata*, *Synechocystis* sp. y *Pinnularia borealis* "acompañantes" de la "asociación" C. Todas ellas pertenecen también a la "asociación" E con bajos índices de afinidad.

- 23 Las causas responsables de la existencia de estos grupos no están esclarecidas, pero puede ser debido, y esto es lo más probable, a la similitud de las características, correspondientes a las muestras a que pertenecen, aunque no se descarta la posibilidad de que hayan afinidades de otro tipo entre dichas especies.

## 7 APENDICE

### Análisis físico-químicos de las muestras de suelo.

Previamente a la realización de los análisis, se secaba la muestra al aire, lo más extendida posible, en una bandeja de desecación. A continuación se desmenuzaba y se pasaba por un tamiz de 2 mm, de luz de malla, con el fin de separar los componentes gruesos de los finos. De estos últimos y por el sistema de cuarteo, se obtenía la muestra media, sobre la cual se realizaron las determinaciones analíticas.

### Grado de acidez.

Los valores dados de pH en agua y cloruro potásico, se determinaron con un pH-metro 63 Radiometer con electrodo de vidrio y precisión 0.01. Para ello se hacía una pasta saturada de suelo y una vez filtrada medimos el pH de la pasta obtenida.

Antes de cada valoración establecimos una curva de calibración tomando como puntos fijos los valores obtenidos para soluciones tampón de pH conocido. Todas las mediciones se efectuaron a temperatura ambiente, ajustando previamente el aparato a la temperatura de operación.

### Materia orgánica.

Para obtener el tanto por ciento de materia orgánica presente en la muestra, seguimos el método de Walkey-Black (1947).

Se oxida la M.O. con un exceso de dicromato potásico, en medio fuertemente sulfúrico, y se valora este exceso con sulfato ferroso-amónico (sal de Mohr), en presencia de ácido fosfórico y usando difenil amina como indicador.

El proceso seguido fue el siguiente:

A 1 g de suelo se le agregaban 10 ml de dicromato potásico N y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, y después de agitar la mezcla se dejaba reposar durante media hora. A continuación se añadían 100 ml de agua destilada, 10 ml de ácido fosfórico y unas gotas de difenil amina,

efectuando la valoración con sulfato ferroso amónico. Para transformar el carbono orgánico en materia orgánica, tuvimos en cuenta el factor 1.742 de Washman.

### Textura.

La textura se determinó por el método Internacional de sedimentación continua, según el método del hidrómetro (Boyocus).

Se tomaba una muestra de suelo de 100 g y se le añadían 15 ml de solución dispersante (hexametafosfato sódico 5.70 g; carbonato sódico 7.94 g y agua destilada hasta 1 l), y 200 ml de agua destilada. La mezcla se introducía en una botella de litro y se agitaba durante 20 minutos, pasados los cuales, se trasladaba a una probeta de litro y se añadía agua hasta el enrase.

Se efectuaba una lectura con el hidrómetro a los 5 minutos (limo más arcilla), y otra pasadas 5 horas (arcilla).

$$100 - (\text{arcilla más limo}) = \% \text{ arena}$$

$$(\text{arcilla más limo}) - \text{arcilla} = \text{limo}$$

Una vez conseguidos los datos, por el diagrama triangular internacional, obteníamos la clase textural.



## 8 BIBLIOGRAFIA

- AKIYAMA, 1965. Some soil algae from Japan. *Bulletin of the Shimane University*. 15. Matsue Japan.
- , 1967. On some antarctic terrestrial and subterranean algae. *Memoirs of the Faculty of Education Shimane University*. 1 (Natural Science) Matsue Japan.
- , 1970(a). Some aerial and soil algae from the Ryukyu islands. *Ibid*, 3.
- , 1970(b). Some soil algae from the arctic Alaska, Canada and Groenland. *Ibid*, 4.
- , 1973. Ecological studies on the terrestrial algae found in the coastal sand dune in San-in region, Japan. *Ibid*, 7.
- ALI, S. y SANDHU, G.R., 1972. Blue green algae of the saline soils of the Punjab. *Oikos*, 23: 268-272.
- ALLEN, M.B., 1968. Simple conditions for growth of unicellular blue green algae on plates. *J. Phycol.*, 4: 1-4.
- ALLEN, M.B. y ARNON, D.I., 1955. Studies on nitrogen fixing blue green algae. I. Growth and nitrogen fixation by *Anabaena cylindrica*. *Lemm. Pl. Physiol.*, Lancaster, 30: 366-372.
- ALLISON, F.E., HOOVER, S.R. y MORRIS, H.J., 1937. Physiological studies with the nitrogen fixing alga *Nostoc muscorum*. *Bot. Gaz.*, 98: 433-463.
- ARCHIBALD, P.A., 1973. The genus *Neochloris* STARR (Chlorophyceae, Chlorococcales) *Phycol.*, 12(3/4):125-127 .
- , 1975. *Trebouxia* de PULMALY and *Pseudotrebouxia* gen. nov. *Phycol.*, 14(3): 125-127.
- , 1977. Physiological characteristics of *Trebouxia* (Chlorophyceae, Chlorosarcinales). *Phycol.* 16(3): 295-300.
- ARCHIBALD, P.A. y BOLD, H.C., 1970. The genus *Chlorococcum* MENEGHINI. *Phycol. Stud.*, Univ. Texas Publ. n° 7015.
- ARVIK, J.H., 1971. Soil Algae of Northwest Florida. *Quart. Jour. Florida Acad. Sci.* 33(4): 247-252.
- ARVIK, J.H., WILLSON, D.L. y DARLINGTON, L.C., 1971. Response of soil algae to picloram- 2,4- D mixtures. *Weed. Sci.* 19: 276-278.

- ARVIK, J.H., HYZAK, D.L. y ZIMDAHL, R.L., 1973. Effect of Metribucin and two analogs on Five Species of Algae. *Ibid.* 21(3): 173-175.
- BAMFORTH, J., 1969. Protozoa and algae of the Mississippi deltaic soils. *The proc. Louisiana Acad. Sci.* 32: 68-77.
- BARKER, H.A., 1936. The oxidative metabolism of the colorless alga *Protothecca zopfii*. *J. Cellular Comp. Physiol.* 8. 231-250.
- BECQUEREL, P., 1942. Reviscence et longévité de certains algues en vie latente dans les terres desséchées des plantes des vieux herbiers. *Compt. rend. Acad. Sci.* 214, 986-988.
- BELCHER, J.H. y SWALE, E.M.F., 1963. Some new and uncommon british volvocales II. *British Phycological Bulletin*, 2(4).
- BIALOSUKNIA, W., 1909. Sur un nouveau genre de Pleurococcacées, *Diplosphaera Chodati* BIAL. *Bull. Soc. Bot. Geneve*, 2me Série, 1, S. 101.
- BISCHOFF, H.W. and BOLD, H.C., 1963. Some Soil Algae from Enchanted Rock and Related Algae Species. *Phycol. Stud. Univ. Texas Publ.* n° 6318.
- BOLD, A.C., 1949. The morphology of *Chlamydomonas Chlamydogama* sp. nov. *Bull. Torrey Bot. Club* 76: 101-108.
- BOLOS, O., 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los rios Llobregat y Segura. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Tercera época n°724 Vol XXXVIII n° 1.
- BORNET, E. y FLAHAULT, CH., 1886-1888. *Révision des Nostocacées Hétérocystées*. 258p. Paris.
- BOURRELLY, P., 1966. *Les algues d'eau douce. I Algues vertes*. Ed. Boubée. 511 pg. Paris.
- , 1970. *Les algues d'eau douce II Algues bleus et rouges*. Ed. Boubée. 512 pg. Paris.
- BRISTOL, M.B., 1919. On the retention of vitality by algae from old stored soils. *New Phytologist* 18: 92-107.
- BRISTOL- ROACH, B.M., 1927. On the Algae of Some Normal English Soils. *J. Agr. Sci.*, 17: 563-588.

- BROCK, T., 1973. Lower pH limit for the Existence of Blue- Green Algae: Evolutionary and Ecological Implications. *Science*. 179 : 480-483.
- BUNT, J.S., 1961. Nitrogen-fixing blue-green algae in Australian rice soils. *Nature, Lond.* 192 : 479-480.
- CAIOLA, M.G., 1974. Structural and Ultrastructural Aspects of *Nostoc-punctiforme* and *Nostoc commune* under Culture Conditions. *Nova Hedwigia* XXV (1/2): 259-277.
- CAMERON, R.E., 1960. Communities of soil algae occurring in the Sonoran Desert of Arizona, *J. Arizona Acad. Sci.* 1(3): 85-88.
- , 1964. Terrestrial algae of southern Arizona. *Trans. Am. Microscop. Soc.* 83(2): 212- 218.
- CAMERON, R.E. y BLANK, G.B., 1966. Desert algae: Soil Crusts and Diaphanous substrata as algal Habitats. *Inst. of Technology Pasadena California*. Technical Raport n° 32.971.
- CASTENHOLZ, R. W., 1969. Thermophilia Blue-green algae and the thermal environment. *Bact. Rev.* 33(4): 476-504.
- CELECIA, J.F. y MORRIS, H.D., 1966. The occurrence and distribution of algae in some soils of the Piedmont region of Georgia. *Bull. Georgia Acad. of Science*. 24 (2/3): 83-92.
- CHANTANACHAT, S. and BOLD, H.C., 1962. Some algae from arid soils. *Phycol. Stud. Univ. Texas Publ.* n° 6218.
- CHODAT, R., 1925. Esquisse planctologique de quelques lacs français. *Festschr. Carl Schroeter* 3: 436-59, fig.1 a 14.
- CHU, sp., 1942. The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. *J. Ecol.* 30, 284-325.
- COPELAND, J.J., 1936. Yellowstone thermal Myxophyceae. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 36: 232 pp.
- CRAMER, M. and MYERS, J., 1949. Effects of starvation on the metabolism of *Chlorella*. *Plant Physiol.* 24, 255-264.
- DE, P.K., 1939. The role of blue-green algae in nitrogen fixation in rice fields. *Proc. Roy. Soc. B.* 127, 121-139.
- DE TONI, J.B., 1907. *Sylloge algarum omniumhucusque cognitarum. V. Sylloge Myxophycearum*. 746 pp. Padua.

- DEASON, T.R. and BOLD, 1960. Exploratory Studies of Texas Soil Algae. *Phycol. Stud. Univ. Texas Publ.* n° 6022.
- DESIKACHARY, T.V., 1959. *Cyanophyta* ICAR. 686 pp. New Delhi.
- DESORTOVA, B., 1974. Some interesting algae from soil. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 46. *Algological Studies* 10, 105-119.
- DOEMEL, W.N. and BROCK, T.D., 1974. Study of *Cyanidium caldarium*. *J. Gen. microbiol.* 67(1): 17-32.
- DROUET, F., 1968. Revision of the classification of the oscillatoriaceae. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Monograph.* 15. 370 pp. Pennsylvania.
- DURELL, L.W., 1962. Algae of Death Valley. *Trans. Am. microscop. Soc.*, 81: 267-273.
- ENGLE, H.B. y Mc MURTREY, J.E., 1940. Effect of algae in relation to aeration, light and sources of phosphorus on growth of tobacco in solution cultures. *S. Agr. Research* 60: 487-502.
- ETTL, J., 1976. Die Gattung *Chlamydomonas* EHRENBURG. *Beitrag. zu. Nova Hedwigia*.
- FAUST, R.G., ORCUTT, A.R., 1974. Uptake of 3-O-methyl <sup>14</sup>C-D-glucosa by a unicellular blue green alga. *Planta (berl)* 100(4) 360-364.
- FAY, P. and FOGG, G.E., 1962. Studies on nitrogen fixation by blue-green algae III. Growth and nitrogen fixation in *Chlorogloea fritschii* MITRA. *Arch. Mikrobiol.* 42, 310-321.
- FEHER, D., 1933 *Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens*. 272 pp. Berlin.
- FLETCHER, J.E. y MARTIN, W.P., 1948. Some effects of algae and molds in the raincrust of desert soils. *Ecology*, 29, 95-100.
- FLINT, E.A. y STOUT, J.D. 1960. Microbiology of Some Soils from Antarctica. *Nature*, 188: 467-468.
- FLORENZANO, G., BALLONI, W., MATERASSI, R., 1963. Premières recherches microbiologiques sur les algues du sol. *Ann. Inst. Pasteur*, 105: 195-201.
- FOGG, G.E., 1953. *The Metabolism of Algae*. Methuen. London.

- , 1956. The comparative physiology and biochemistry of the algae *Bacteriol. Revs.* 20: 148-165.
- , 1962. Survival of algae under adverse conditions. In *Dormancy and Survival* (H.W. Woolhouse ed.): 123-142. 23<sup>rd</sup> Symp. Soc. exp. Biol. University Press, Cambridge.
- FOGG, G.E., STEWART, W.D.P., FAY, P. y WALSBY, A.E., 1973. *The blue green algae*. Acad. Press. London.
- FOTT, B., 1960. Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen. *Preslia*, 32.
- , 1971. Taxonomische Übertragungen und Namensänderungen unter den Algen IV. Chlorophyceae und Euglenophyceae. *Ibid.* 43: 289-303.
- , 1974. Taxonomie der palmelloiden *Chlorococcales* aus der Familie der *Heleochlorideaceae*. *Arch. Hydrobiol/ Suppl.* 46. *Algological Studies* 11:121-129 Stuttgart.
- FOTT, B. y NOVAKOVA, 1969. A Monograph of the genus *Chlorella*. The fresh-water species in FOTT. *Studies in Phycology*. 10-75 Stuttgart.
- FRIEDMANN, 1964. Progress in the biological exploration of caves and subterranean waters in Israel. *International journal of speleology* 1. (1/2) 29-33.
- , 1971. Light and scanning electron microscopy of the endolithic desert algal habitat. *Phycol.* 10(4): 411-428.
- FRIEDMANN, Y. y OCAMPO-PAUS, R., 1967. Desert algae of the Negev (Israel) *Phycol.* 6: 185-196.
- FRIEDMANN, Y. y OCAMPO-PAUS, R., 1966. *Bracteacoccus minor* (CHODAT) PETROVA. Var. *desertorum* n. var., a remarkable alga from the Negev. *Nova Hedwigia* 10(3/4): 481-494.
- FRITSCH, F.E. and JOHN, R.P., 1942. An ecological and taxonomic study of the algae of British soils II. Consideration of the species observed. *Ann. of Bot.*, N. S. 6, 371-395.
- FUCHTBAUER, W., 1957. *Arch. Mikrobiol.* 26, 209-230.
- FULLER, W.H., CAMERON, R.E. y RAICA, N., 1960. Fixation of nitrogen in desert soils by algae. 7<sup>TH</sup> Intern. Congress of Soil Science. Madison, Wisc., USA.

- GAUMANN, E. and JAAG, O., 1950. Bodenbewohnende Algen als Wachstoffs-pender für bodenbewohnende pflanzenpathogene Pilze. *Phytopathol. Z.* 17, 218-228.
- GAVRILA, L., 1972. Competitive aspects in algae. *Bull. cercet. piscic.* 31(1): 31-38.
- GEITLER, L., 1932. *Cyanophyceae*. Rabenhorst, Kryptogamenflora 14: 1196 pp. Akad. Verlag., Leipzig.
- GERLOFF, G.C., FITZGERAL, G.P. y SKOOG, F., 1950. The isolation, purification and culture of blue green algae. *Am. J. Bot.* 37: 216-218.
- GOLLERBAKH, M.M., 1936 (Respecto a la composición y distribución de algas en el suelo) *Inst. Botan. Ser.* 2, 99-301.
- GOMONT, M., 1892a Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées) *Ann. Sci. Nat. 7eme sér. Bot.* 15: 261-368.
- , 1892b. Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées) *Ibid.* 16: 91-264.
- GONZALEZ GUERRERO, 1943. Revisión crítica de las Cianofíceas españolas de agua dulce. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 4: 241-315.
- GRAEBNER, P., 1895. Studien über die norddentsche Heide. Versuch einer Formationsgliederung. *Bot. Jahrb. Syst. Pflanzengesch., Pflanzengeogr.* 20: 508-654.
- GRANHALL, U. and HENRIKSSON, E., 1969. Nitrogen-fixing blue-green algae in Swedish soils. *Oikos*, 20: 175-178.
- HALPERIN, D.R., 1968. Las algas del suelo y su importancia ecológica. *Cent. de Inv. Biol. Marina, contr. téc.* 3: 1-19.
- , 1969. Biodermas algales y su papel en la consolidación de los agregados de suelo. *Physis*. 29(78) 37-48.
- , 1976. Biodermas algales como fuente de nitrógeno en suelos sub-húmedos y semi-áridos. *Darwiniana*, 20(3/4): 341-370.
- , 1977. Acción de extractos algales acuosos y etéreos de *Nostoc muscorum* AG. *Bol. Soc. Argentina Bot.* 27(3/4): 289-300.
- HELLING, C.S., KAUFMAN, D.F. y DIETER, C.T., 1971. Algae bioassay in detection of pesticide mobility in soils. *Weed Sci.* 19: 685-690.

- HENRIKSSON, E., HENRIKSSON, L.E. y BIRGER, P., 1972. Nitrogen fixation by blue-green algae on the Island of Surtsey, Iceland. *Surtsey Res. Progr. Rep* VI.
- HERNANDEZ, M.C. y SEOANE CAMBA. 1976. Presentado al Simposio Conmemorativo del Centenario de Lagasca. Sevilla.
- HERNDON, W.R., 1958. Studies on chlorosphaeracean algae from soil. *Amer. Jour. Bot.* 45: 298-308.
- HOSTETTER, H.P. y HOSHAW, R.W., 1970. Environmental factors affecting resistance to desiccation in the diatom *Stauroneis anceps*. *Amer. J. Bot.* 57(5): 512-518.
- HUSTEDT, F., 1930. Bacillariophyta. In Pascher *Die Süßwassersflora Deutschland, Österreichs und der Schweiz*, 10. Verlag V.G. Fisher. Jena.
- , 1962. Die Kiessenalgen. *Rabenhort's Kryptogamenflora*, VII, 3, Akad. Verlag. Leipzig.
- IONESCU, A. and GAVRILA, L., 1972. Contribution of the influence of some stimulatory and inhibitory substances on growth and photosynthesis in algae. *Stud Cercet Biol. ser Bot.* 24(1): 9-16.
- IYENGAR and KANTHAMMA, 1941. A note on *Heterothrichopsis viridis* Gen. et sp. nov. *Journ. Ind. Bot. Soc.*, 20(1/2): 105.
- IYENGAR y PHILIPPOSE, 1956. *Gloeotilopsis planctonica* Gen. et sp. nov. *Journ. Ind. Bot. Soc.*, 35.
- JAAG, O., 1933. *Coccomyxa* SCHMIDLE, Monographie die Algengattung *Beitr. zur Kryptogamenflora der Schweiz*, 8: 132.
- JOHN, R. P., 1942. An ecological and taxonomic study of the algae of British soils. *Ann. Botany (London)* 6: 323-349.
- JOHNSON, A., 1962. Precursory studies on the Epiterranean soil algae of Singapore and Malaya. *Garden's Bull. of Singapore*, 19(3): 379-384.
- , 1970. Determinative factors in the distribution of lowland vegetation in Singapore and Malaysia. *Nanyang Univ. J.* 4: 167-174.
- , 1973. A survey of the occurrence of epiterranean soil algae in Singapore Island. *Garden's Bull. of Singapore* 26(2): 289-302.
- , 1974. The soil algae of Cibodas Forest Reserve *Herbarium bogoriense*, 4(4): 495-498.



- , 1975. Nitrogen fixation in Singapore Soils. *Nanyang Univ. Occasional Paper* n° 1.
- JURGENSEN, M.F. and DAVEZ, C.B., 1968. Nitrogen-fixing blue-green algae in acid forest and nurse soil *Can. J. Microbiol.*, 14: 1179-1183.
- JORGENSEM, E., 1969. The adaptation to light in different algal species. *Physiol. plant.* 22(6): 1307-1315.
- KISELEV, I.A., 1955. Species novae et rariores algarum aquae dulcis regionis Kazachstan occidentalis. *Not. syst. Sect. cryptog. Inst. bot. Nom. V. L. Komarovii Acad. Sci. URRS* 10: 36-38.
- KIYOHARA, T., FUJITA, Y., HATTORI, A. y WATANABE, A., 1960. Heterotrophic culture of a blue-green alga, *Tolypothrix tenuis*. *J. gen. appl. Microbiol. Tokyo* 6, 176-182.
- , 1962. Effect of light on glucose assimilation in *Tolypothrix tenuis*. *Ibid.* 8, 165-168.
- KHOJA, T. and WHITTON, B.A., 1971. Heterotrophic growth of blue-green algae *Arch. mikrobiol.* 79(3): 280-282.
- KOL, E., CHODAT, F., 1934. Quelques algues nouvelles des sols et de la neige du Parc National Suisse Engandine. *Bull. Soc. Gèneve*, 2 Ser., 25: 250-263.
- KOMAREK, J., 1976. Taxonomic Review of the Genera *Synechocystis* SAUV. 1892, *Synechococcus* NAG. 1849, y *Cyanothece* gen. nov. (Cyanophyceae) *Arch. Protistenk. Bd.* 118: 119-179.
- KRATZ, W.A. y MYERS, J., 1955. Nutrition and growth of several blue green algae. *Am. J. Botany*, 42: 282-287.
- KÜTZING, F., 1843. *Phycologia generalis*, 459 pp. Leipzig.
- , 1845-1855. *Tabulae Phycologicae*. I- V. Nordhausen.
- KRZYWICKA, A. y KRUPA, D., 1975. Preliminary investigations on mutual relations of the populations of the blue-green alga and green alga. *Acta Hidrobiologica*. 17(1): 81-88.
- LAGERHEIM, G. von, 1887. Note sur l'*Uronema*, nouveau genre des algues d'eau douce de l'ordre des Chlorozoosporacées. *Malpighia* 1: 517-523.

- LEGNEROVA, 1960. The systematics and ontogenesis of the genera *Anbistrodesmus* CORDA and *Monoraphidium* gen. nov. In FOTT, *Studies in Phycology*. 75-144.
- LEWIN, R.A., 1956. Extracellular polysaccharides of green algae. *Can. J. Microbiol.* 2, 665-672.
- , 1962. *Biochemistry and Physiology of algae*, New York and London.
- LIPMAN, CH.B., 1941. The successful revival of *Nostoc comune* from a herbarium specimen eighty seven years old. *Bull. Torrey Bot. Club.* 68(9): 664-666.
- LUBAVSKY, J., 1974. Controlled cultivation of algae on agar plates. *Arch. Hidrobiol. suppl.* 46. *Algological Studies* 10: 90:104.
- LUND, J.W.G., 1942. Contributions to our knowledge of British Algae. VIII *J. Bot., Lond.*, 80, 57-73.
- , 1945. Observations on soil algae. I. The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms. *New Phytol.* 44: 196-219.
- , 1947. Observations on soil algae II. Notes on groups other than diatoms. *Ibid.* 46: 35-60.
- , 1971. Las algas del suelo. In *Biología del suelo*. BURGÉS, A. y RAW, F. Ed. Omega, Barcelona.
- MAC ENTEE, F.J. and al., 1970. A preliminary investigation of the soil algae of Northeastern Pennsylvania. *Soil Science.* 110: 313-317.
- , 1971. Some observations on the Distribution of Edaphic Algae. *Ibid.* 114(3) 171-179.
- MARGALEF, R., 1951. Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza. *P. Ins. Biol. Apl.* 8: 5-70.
- , 1958. Materiales para el estudio de las comunidades bióticas de las aguas dulces y salobres principalmente del NE de España. *Ibid.* 28: 5-47.
- MARTIN, T.L., 1940. The Occurrence of Algae in Some Arid Soils of Utah. *Rep. Proc. 3rd. Int. Congr. Microbiol.* 1939: 697-698.

- MATERASSI, R. and BALLONI, W., 1965. Quelques observations sur la presence de microorganismes autotrophes fixateurs d'azote dans les rizières. *Ann. Inst. Pasteur, Paris* 3, Suppl. 218-223.
- MATTOX, K.R. and BOLD, H.C., 1962. The Taxonomy of Certain Ulotrichacean Algae. *Phycol. Stud. Univ. Texas Publ.* n° 6222.
- MILLER, J.D.A. y FOGG, G.E., 1957. Studies on the growth of Xanthophyceae in pure culture. I. The mineral nutrition of *Monodus subterraneus* Peterson. *Arch. Mikrobiol.* 28: 1-17.
- MITRA, A.K., 1951. The algal flora of certain Indian Soils. *Indian J. Agr. Sci.*, 21, 357-373.
- MOSKOVICH, N.P. 1973. (Uso de las algas para estudiar las condiciones sanitarias de los suelos). *Bot. ZH* 58(3).
- MYERS, J. y KRATZ, W.A., 1955. Relations between pigment content and photosynthetic characteristics in a blue-green alga. *J. Gen. Physiol.* 39, 11-22.
- MYERS, J., 1962. Variability of metabolism in algae. In *Beiträge zur Physiologie und Morphologie der Algen. Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Botanik, Deutschen Botanischen Gesellschaft N.F.* 1: 13-19
- OCAMPO-PAUS, R. y FRIEDMANN, I., 1966 *Bracteacoccus minor* (CHODAT) PETROVA var. *desertorum*, a remarkable alga from the Negev. *Nova Hedwigia* 10(3/4): 481-494.
- OKUDA, A. y YAMAGUCHI, M., 1952. Algae and atmospheric nitrogen fixation in paddy soils II. Relation between the growth of blue-green algae and physical or chemical properties of soil, and effect of soil treatments and inoculation on the nitrogen fixation. *Mem. Research Inst. Food Sci. Kyoto Univ.* 4, 1-11.
- ORCUTT, A.R., 1974. Uptake of 3-O-methyl <sup>14</sup>C-D-glucosa by a unicellular blue green algae. *Planta*, 100(4), 360-364.
- PANDEY, D. CH., 1965a A Study on the algae from Paddy Field Soils of Ballia and Ghazipur districts of Uttar Pradesh. India. I. Cultural and ecological considerations. *Nova Hedwigia* 9(1/4) 299-334.
- , 1965b. A Study on the algae from Paddy Field Soils of Ballia and Ghazipur districts of Uttar Pradesh. India. II (A) Taxonomic considerations. *Cyanophyceae. Ibid.* 10(1/2): 177-209.

- , 1966. A Study on the algae from Paddy Field Soils of Ballia and Ghazipur districts of Uttar Pradesh. India. 11(B) Taxonomic considerations. *Chlorophyceae*. *Ibid.* 11(1/4): 75-88.
- PARKER, B.C., 1961. Facultative heterotrophy in Chlorococcacean algae. *Science* 133: 761-763.
- PARKER, B.C. y BOLD, H.C., 1961. Biotic relationships between soil algae and other microorganisms. *Amer. J. Bot.* 48: 185-197.
- PARKINSON, D., GRAY, T.R.G. and WILLIAMS, S.T., 1972. Methods for studying the ecology of soil microorganisms. *International Biological Program Handbook n° 19*. Blackwell, Oxford.
- PASCHER, A., 1925. *Die Süßwasserflora Deutschlands Österreichs und der Schweiz*. 12. G. Fischer. Jena.
- PETERSEN, J.B., 1935. Studies on the Biology and Taxonomy of Soil Algae. *Dansk bot. Ark.*, 8: 1-183.
- PETROVA, J., 1931. Die Vermeintliche Heterokonte "*Botrydiopsis minor*" eine Chlorophyceae *Beih. Bot. Zbl.* 48: 221-228.
- PHILIPOSE, M.T., 1967. *Chlorococcales*. ICAR. 365 pg. New Delhi.
- PITSCHMANN, I., 1963. Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Heterococcus*. *Nova Hedwigia* 5(3/4): 488-531.
- PRATT, D., 1943. Studies on *Chlorella vulgaris*. VI. Retardation of photosynthesis by a growth-inhibiting substance from *Chlorella vulgaris*. *Am. J. Bot.* 30: 32-33.
- PRINGSHEIM, E. G., 1950. The soil-water culture technique for growing algae in J. BRUNEL, G.W. PRESCOTT and L.H. TIFFANY Eds. *The culturing of Algae*. New York.
- , 1963. *Farbloße Algen*. G. Fischer Verlag Ed. Stuttgart.
- PRINTZ, H., 1964. Die Chaetophorales der binnengewässer *Sonderdruck aus Hydrobiologia*, 24, 1-3.
- RAO, C.B., 1937. Myxophyceae of United Provinces, *Proc. Indian Acad. Sci.*, B: 6-367.
- RAMANATHAN, K.R., 1964. *Ulotrichales* ICAR. 188 pg. New Delhi.
- ROIZIN, M.B., 1960. (Consideraciones sobre las algas del suelo). *Bot. Zh. SSSR*. 45: 997-1008.

- SAUVAGEAU, 1892. *Bull. Soc. Bot. France* 14, ses. extraord. (CXV-CXVI).
- SDOBNIKOVA, N.V., 1958. On the algae flora of the takyrs in the northern part of the Turansk Plain. *Botan. Zhur.* 43, 1675-1681.
- SCHWABE, G.H., 1970. Blau algen und Vorstufen der Bodenbildung auf vulkanischem Substrat (bisherige Befunde auf Surtsey/Island). *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 10: 198-199.
- SHIELDS, L.M., 1957. Algal and lichen floras in relation to nitrogen content of certain volcanic and arid range soils. *Ecology* 38:661-663
- SHIELDS, L.M. y DURELL, L.W., 1964. Algae in relation to soil fertility. *Botan. Rev.* 30, 92-128.
- SHIELDS, L.M., MITCHELL, C. y DROUET, F., 1957. Alga and lichen stabilized surface crusts as soil nitrogen sources. *Am. J. Botany* 44, 489-498.
- SHTINA, E.A., 1954 (El efecto de las plantas cultivadas sobre la flora algal del suelo) *Trudy kirovskii sel'skokhoz. Inst.* 10: 59-69.
- , 1956 (Interrelación de las algas del suelo con las plantas superiores) *Vestnik Moskov. Univ. 6 Ser. Fiz. Mat. i Estestren. Nauk.* 1:93-98.
- , 1959. Algae solorum caespitoso-podzolensium regionis Kirovskensis. *Komarova Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. II. Sporovye Rasteniya* 12: 36-141.
- , 1960. Zonality in the distribution of soil algae communities. *7th Inter. Congress of Soil Science, Madison. Wisc., U.S.A.* 3(24)630-634.
- SINGH, R.N., 1939. An investigation into the algal flora of paddy field soils of the United Provinces. I. *Indian Jour. Agric. Sci.* 9: 55-77.
- , 1942. The fixation of elementary nitrogen by some of the commonest blue-green algae from the paddy fields, soils of the United Provinces and Bihar. *Indian J. Agr. Sci.* 12, 743-756.
- , 1950. Reclamation of "Usar" lands in India through blue green algae *Nature, Lond.* 165: 325-326.
- , 1961, *Blue-green algae in nitrogen economy of Indian agriculture* I.C.A.R., New Delhi.
- SINGH, P.K., 1974. Effect oh pH on growth and nitrogen fixation in *Aphanothece* (Cyanophyta) *OIKOS* 25: 114-116.

- SKUJA, H., 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symb. Bot. Upsal.* 9(3): 1-399.
- STARR, R.C., 1955. A comparative study of *Chlorococcum* MENEGHINI and other spherical zoosporeproducing genera of the Chlorococcales. *Ind. Univ. Publ. Sci. Ser.* n° 20.
- STEIN, J.R., 1966. Growth and mating of *Gonium pectorale* (Volvocales) in defined media *J. Phycol.* 2, 8-23.
- STEIN, R.J., DOUDOROF y ADELBERG, 1973. *Culture Methods and Growth Measurements* Cambridge.
- STEWART, W.D.P., 1969. Biological and ecological aspects of nitrogen fixation by free-living micro organisms *Proc. Roy. Soc. (B)*, 172: 367-388.
- , 1970. Algal fixation of atmospheric nitrogen. *Plant Soil* 32(3): 555-558.
- , 1973. Nitrogen fixation by photosynthetic microorganisms. *Ann. Rev. Microbiol.* 27: 283-316.
- , 1973. Nitrogen fixation. In "The biology of Blue green algae" N.G. Carr y B.A. Whitton, eds. Blackwells, Oxford.
- STOCKER, O., 1956. Wasseraufnahme und Wasserspeicherung bei Thallophyten. In "Handbuch der Pflanzenphysiologie" (W. Ruhland ed.), III: 160-172, Springer, Berlin.
- STOKES, J.L., 1940. The influence of environmental factors upon the development of algae and other microorganisms in the soil. *Soil Sci.* 49: 171-184.
- TAYLOR, F.J., 1950. Oxidative assimilation of glucose by *Scenedesmus quadricauda*. *J. Exptl. Botany* 1: 301-321.
- TCHAN, Y.T., 1953. Study of soil algae. *Proc. Soc. Linn. N. S. W.* 77, 265-269.
- TCHAN, Y.T. y WHITEHAUSE, J.A., 1953. The variation of algal population in sandy soils. *Proc. Linnean Soc. N.S. Wales* 78: 160-170.
- TCHAN, Y.T., 1956. Estimation of nutrient elements in soil by algae principle of the method. *Congr. Intern. Sci. Sol Paris C*, 249-251.

- , 1959. Bioassay of soil fertility by algae. *Plant soil* 10(3) 220-232.
- , 1963. V. Estimation of the nutrient status of S in soil using an algal growth method. *Plant soil* 19(2) 233-240.
- TCHAN, Y.T., BALAAM, L.N., HAWKES, R. y DRAETTA, F., 1961. Estimation of nutrient status of soil using an algal growth method with special reference to nitrogen and phosphorus. *Ibid.* 14: 147-158.
- TEREG, E., 1923. Eirige neue Grünalgen. *Beih. Z. Bot. Centralbl.* 39: 179-195.
- TIWARI, G.L., 1975. A study of blue-green algae from paddy field soils of India. *Nova Hedwigia* 26(4)
- TRAINOR, F.R., 1970 Survival of algae in a desiccated soil *Phycologie* 9(2): 111-113.
- TRENKWALDER, H., 1975. Untersuchungen zur Bodenalgenflora verschiedener föhrenwaldtypen imm Raum von Brixen (Südtirol/Italien) *Dissertation, Leopold- Franzens Universität Innsbruck.*
- VENKATARAMAN, G. S., 1969. *The cultivation of algae.* I.C.A.R. New Delhi.
- , 1975. The role of glue-green algae in tropical rice cultivation. *International biological Programme* 6. Ed. W. Stewart. Cambridge University Press.
- VISCHER, W., 1945. Heterokonten aus alpinen Böden, speziell dem Schweizerischen National park. *Ergebn. Wiss. Unters. Schweiz. Nat. Parks.* N.F.1: 481-511.
- , 1953. Mutationen bei der Algengattung *Diplosphaera Bialosuknia.* *Verh Schwz. Ges. für Vererbungst* 28(1/4): 287-291.
- , 1960. Reproduktion und systematische Stellung einiger Rinden und Bodenalgen. *Hidrol.* 22: 330-349.
- VOGEL, S., 1955. Niedere "Fensterpflanzen" in der südafrikanischer Wüste Eine ökologische Schilderung. *Beitr. Biol. Pflanz.* 31: 45-135.
- VORONICHIN, 1926. *Synechocystis minuscula* nov. esp. *Arch. Hydrobiol. Planktonk.* 17
- WASSINK, E.C., 1954. Problems in the mass cultivation of photoautotrophic micro-organisms. *Symp. Soc. gen. Microbiol.* 4:247-270.



- WATANABE, A., 1965. Studies on the blue green algae as green manure in Japan. *Proc. Nat. Acad. Sci. India. A*, 35: 361-369.
- WIESSNER, W., 1969. Effect of autotrophic or photo heterotrophic growth conditions on in vivo absorption of visible light by green algae. *Photosynthetica* 3(3): 225-232.
- , 1970. Photometabolism of organic substrates. In "*Photobiology of Microorganism*" P. Halldal, ed. 25-133. John Wiley and Sons, London.
- WILLSON, D. y FOREST, H.S., 1957. An exploratory study on Soil Algae Ecology, 38: 309-313.
- WRIGHT, S.J.L., 1972. The effect of some herbicides on the growth of *Chlorella pyrenoidosa*. *Chemosphere* 1: 11-14.
- ZARNOWSKI, J., 1972. The effect of ethylenediaminetetraacetic acid on the grow of *Chlorella pyrenoidosa* and its role in the dynamics of metabolism and accessibility of iron and calcium. *Acta Hydrobiol. Krakow*. 14(4): 353-373.
- ZAUER, L.M., 1956. (To the knowledge of the algae of the plant associations of the Leningrad district). V.L. Komarova Akad. Nauk. S.S.S.R., Ser. II, Sporovye Rasteniya 10: 33-174. In *Physiology and Biochemistry of Algae*. ( R. Lewin ed). Academic Press 1962. New York.